

**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Cláudia Mónica da Silva Pinheiro

## **As Actividades Experimentais no desenvolvimento da Autonomia do Aluno: Um estudo de caso no 1.º Ciclo do Ensino Básico**

Abril de 2012



**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação

Cláudia Mónica da Silva Pinheiro

**As Actividades Experimentais no  
desenvolvimento da Autonomia do Aluno:  
Um estudo de caso no 1.º Ciclo do Ensino  
Básico**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Estudos da Criança,  
Área de Especialização em Ensino Experimental  
das Ciências no Ensino Básico

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Doutor José Luís de Jesus Coelho da Silva**

Abril de 2012

## **DECLARAÇÃO**

Nome: Cláudia Mónica da Silva Pinheiro

Endereço electrónico: claudia.silva.pinheiro@hotmail.com

Título da Dissertação: As Actividades Experimentais no desenvolvimento da Autonomia do Aluno: Um estudo de caso no 1.º Cíclo do Ensino Básico

Orientador: Doutor José Luís de Jesus Coelho da Silva

Designação do Mestrado: Mestrado em Estudos da Criança, Área de Especialização em Ensino Experimental das Ciências no Ensino Básico

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, \_\_\_\_-/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

*Doze signos do céu o Sol percorre,  
E, renovando o curso, nasce e morre  
Nos horizontes do que contemplamos.  
Tudo em nós é o ponto de onde estamos.*

*Ficções da nossa mesma consciência,  
Jazemos o instinto e a ciência.  
E o sol parado nunca percorreu  
Os doze signos que não há no céu.*

O Sol

Fernando Pessoa



## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o produto final de um caminho nem sempre fácil. Só foi possível de percorrer com o auxílio daqueles que, consciente ou inconscientemente, me acompanharam, estimulando-me, apoiando-me e incentivando-me a ultrapassar os obstáculos do caminho.

Assim, começo por agradecer à minha Família por me ter educado nos valores da perseverança, o meu lado positivo da teimosia e do trabalho.

Agradeço também ao Doutor José Luís pela orientação, dedicação, amizade e tempo despendido, disponibilizando tantos sábados e dias de férias à volta de papéis e livros. Obrigada por tudo.

Agradeço aos Professores Doutores Joaquim Sá, Flávia Vieira e Manuela Jorge que, com diferentes olhares críticos, provocaram em nós uma reflexão essencial à concepção e construção das actividades de aprendizagem usadas neste estudo.

E de uma forma muito especial, agradeço às minhas companheiras de viagem: as *Banessas*. A viagem não teria sido a mesma sem a vossa companhia para sandes de presunto com ovo, viagens Porto-Famalicão-Braga e Rui Veloso na rádio.



## **As Actividades Experimentais no desenvolvimento da Autonomia do Aluno:**

### **Um estudo de caso no 1º Ciclo do Ensino Básico**

#### **Resumo**

A Educação em Ciências é conceptualizada como um espaço de desenvolvimento de capacidades de pensamento criativo, crítico, metacognitivo, conducentes à (re)construção do conhecimento científico e à promoção da autonomia dos alunos. As actividades experimentais são um dos materiais didácticos passíveis de contribuir para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares, específicas de uma dada área do saber, e da competência de Aprender a Aprender, transversal a diferentes cenários educativos. Assente neste contexto teórico, desenvolveu-se um estudo de caso que consistiu na idealização, concepção, implementação e avaliação educativa de uma estratégia de intervenção pedagógica no âmbito da área curricular *Estudo do Meio*, do 4º ano do 1º ciclo do Ensino Básico. Esta consistiu na implementação de actividades de aprendizagem, constituídas por tarefas de *cariz laboratorial* e tarefas de *lápiz e papel* que, conjuntamente, contribuem para a reflexão sobre o conhecimento substantivo e sobre a natureza e finalidade dos processos de aprendizagem.

A avaliação da intervenção pedagógica consistiu na: 1) análise do impacto das actividades de aprendizagem no desenvolvimento de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender; 2) identificação das dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das tarefas, e 3) identificação das vantagens e/ou desvantagens educativas das tarefas. Tomou como instrumentos de investigação as tarefas de aprendizagem realizadas pelos alunos e um questionário global de avaliação final. Os resultados obtidos sugerem que a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu para: a) a (re)construção do conhecimento substantivo e para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender; b) a compreensão pelos alunos de que as aprendizagens consistem na compreensão de conceitos, factos e princípios, no desenvolvimento de capacidades de mobilização de processos científicos e no desenvolvimento de capacidades metacognitivas e sócio-afectivas. As dificuldades sentidas pelos alunos tanto nas tarefas orientadas para o desenvolvimento de competências disciplinares como nas tarefas orientadas para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender permitem preconizar a implementação de tarefas de metacognição como uma prática mais regular e que promovam a compreensão do papel de cada uma das fases de um modelo de ensino na (re)construção do conhecimento científico.





# **The Experimental Activities in the development of Student's Autonomy:**

## **A case study in the Primary School**

### **Abstract**

The Science Education is conceptualized as a space to develop creative thinking skills, critical, metacognitive, leading to (re)construction of scientific knowledge and the promotion of student's autonomy. The experimental activities are one of the teaching materials that can contribute to the simultaneous development of disciplinary skills specific to a given field of knowledge, skills and learning to learn, cutting across different educational settings. Based on this theoretical context, we developed a case study that consisted in the idealization, conception, implementation and evaluation of an educational intervention strategy within the educational curriculum area *Environmental Studies* in the 4th year of the primary school. This consisted in the implementation of learning activities, consisting of *task-oriented laboratory* and *pencil and paper* tasks that together contribute to the debate on the substantive knowledge and the nature and purpose of the learning process.

The evaluation of this educational intervention consisted of: 1) analyzing the impact of learning activities in the development of curriculum skills and the competence *learning to learn*, 2) identifying the difficulties experienced by students in achieving these tasks, and 3) identifying the advantages and / or educational disadvantages of those tasks. As research tools I have used the learning tasks undertaken by pupils and a comprehensive final evaluation questionnaire. The results suggest that educational intervention strategy contributed to: a) the (re)construction of substantive knowledge and expertise for the development of the *Learning to Learn*; b) the understanding by the students that learning consists in understanding concepts, facts and principles when developing skills for scientific processes and for the development of metacognitive socio-affective abilities. The difficulties experienced by students in both tasks oriented for the development of curriculum skills and in tasks aimed at developing the competence of *Learning to Learn* allow us to recommend the implementation of tasks of metacognition as a more regular practice, and to promote understanding of the role of each stage of a teaching model in the (re)construction of scientific knowledge.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE GERAL .....	xi
ÍNDICE DE QUADROS .....	xiii

### I – DA CONTEXTUALIZAÇÃO À DEFINIÇÃO DO ESTUDO

Introdução .....	1
1.1. Contextualização do estudo .....	1
1.2. Âmbito e objectivos do estudo .....	7
1.3. Importância do estudo .....	7
1.4. Limitações do estudo .....	8
1.5. Estrutura geral da dissertação .....	10

### II – REVISÃO DE LITERATURA

Introdução .....	13
2.1. Pedagogia para a Autonomia .....	13
2.2. A Educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico .....	23

### III – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DE INVESTIGAÇÃO

Introdução .....	39
3.1. Plano geral do estudo .....	39
3.2. Estratégia de intervenção pedagógica .....	41
3.2.1. Perspectiva educacional subjacente à estratégia de intervenção pedagógica .....	41
3.2.2. Descrição da implementação da intervenção pedagógica .....	43
3.2.3. Estrutura das actividades de aprendizagem .....	45
3.2.4. Processos científicos operacionalizados nas actividades de aprendizagem .....	56

3.3.	Opções metodológicas de investigação .....	62
3.3.1.	Alunos participantes no estudo .....	62
3.3.2.	Procedimento de recolha e análise de informação relativa à avaliação da intervenção pedagógica .....	63
IV – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA		
	Introdução .....	73
4.1.	Impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento de competências disciplinares .....	73
4.2.	Impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender .....	87
4.3.	Percepções dos alunos sobre a implementação das actividades laboratoriais-experimentais: dificuldades, vantagens e desvantagens .....	93
V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES		
	Introdução .....	101
5.1.	Principais conclusões do estudo .....	101
5.2.	Implicações para a Educação em Ciências .....	104
5.3.	Sugestões para futuras investigações .....	106
	BIBLIOGRAFIA .....	109
	ANEXOS .....	117
Anexo 1 -	Actividade de Aprendizagem 1 <i>Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?</i>	119
Anexo 2 -	Actividade de Aprendizagem 2 <i>Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?</i>	127
Anexo 3 -	Actividade de Aprendizagem 3 <i>Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?</i>	133
Anexo 4 -	Actividade de Aprendizagem 4 <i>Porque se adiciona sal à neve?</i>	139
Anexo 5 -	Notícia de Jornal: Actividade de Aprendizagem 4	145
Anexo 6 -	Questionário Global de Avaliação Final	149
Anexo 7 -	Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino nas quatro Actividades de Aprendizagem (CD)	153

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1:	Pedagogia da dependência e pedagogia para a autonomia .....	14
Quadro 2.2:	Papéis do aluno numa pedagogia para a autonomia .....	15
Quadro 2.3:	Papéis do professor numa pedagogia para a autonomia .....	22
Quadro 4.1:	Ideias dos alunos sobre transformações físicas da água líquida por alteração da variação da temperatura, nos momentos antes de ensino e pós-ensino .....	74
Quadro 4.2:	Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre transformações físicas da água líquida por alteração da variação da temperatura .....	78
Quadro 4.3:	Ideias dos alunos sobre o efeito da mudança de estado físico na massa e volume da água, nos momentos antes de ensino e pós-ensino	80
Quadro 4.4:	Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre o efeito da mudança de estado físico da água líquida na massa e volume da água .....	82
Quadro 4.5:	Ideias dos alunos sobre os motivos para se adicionar sal à neve, nos momentos antes de ensino e pós-ensino .....	83
Quadro 4.6:	Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre o motivo porque se adiciona sal à neve .....	85
Quadro 4.7:	Competências desenvolvidas pelos alunos nas três primeiras actividades de aprendizagem .....	88
Quadro 4.8:	Correspondência 'objectivos de aprendizagem/momentos da actividade' efectuada pelos alunos nas três primeiras actividades .....	89
Quadro 4.9:	Percepções dos alunos sobre as competências desenvolvidas na actividade de aprendizagem 4 .....	90
Quadro 4.10:	Percepções dos alunos sobre o enfoque das aprendizagens desenvolvidas na actividade de aprendizagem 4 .....	91
Quadro 4.11:	Dificuldades sentidas pelos alunos na realização das actividades de aprendizagem .....	94
Quadro 4.12:	Dificuldades sentidas pelos alunos na realização da componente 'Vamos Experimentar' ao longo das quatro actividades de aprendizagem .....	95
Quadro 4.13:	Vantagens e desvantagens do trabalho em grupo indicadas pelos alunos .....	96



## **I – DA CONTEXTUALIZAÇÃO À DEFINIÇÃO DO ESTUDO**

### **Introdução**

O primeiro capítulo incide na apresentação global da estrutura do presente estudo e do cenário educativo em que se enquadra. Inicia-se com a explanação de um conjunto de factores que estiveram na sua génese. Em seguida são enumerados os objectivos que o orientaram. Posteriormente, são discutidas a importância educativa e as limitações do estudo. Por fim, termina-se com a descrição da estrutura geral da dissertação.

O presente estudo incide na avaliação do impacto educativo de uma intervenção pedagógica desenvolvida no ano lectivo de 2009/2010 e no âmbito do bloco de aprendizagem *À Descoberta dos Materiais e Objectos* que integra a área curricular disciplinar de Estudo do Meio do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do ensino Básico. A intervenção pedagógica assentou na exploração de actividades experimentais orientadas para o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Neste sentido, foram concebidas actividades de aprendizagem que se caracterizam pela conjugação de tarefas de cariz laboratorial-experimental e tarefas de lápis e papel focalizadas na reflexão sobre o processo de aprendizagem, permitindo, assim, a abordagem integrada de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender.

### **1.1. Contextualização do estudo**

O pendor (sócio)científico característico do mundo actual exige ao cidadão a mobilização de competências que lhe permitam não só interpretar o mundo que o rodeia, acompanhar a acelerada evolução dos saberes científicos, mas também, assumir um papel interventivo e decisório no debate e resolução de problemáticas de cariz (sócio)científico. Este é um pressuposto que sustenta a proposta do desenvolvimento da literacia científica desde os primeiros anos de escolaridade e, consequentemente, da integração da Educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico:

“As futuras gerações têm assim grandes desafios a enfrentar. Impõe-se uma educação para a compreensão e adaptação à mudança. Mas igualmente uma educação para a capacidade de inovação, no sentido de fazer dos cidadãos sujeitos activos dos caminhos da mudança. A ciência,



estrutura dinâmica em permanente evolução, constitui um instrumento privilegiado de estimulação do espírito humano, importante para o cidadão comum, enquanto parte integrante do seu desenvolvimento intelectual, em vista da compreensão do mundo em que vivemos e da capacidade de resolver de forma crítica os problemas cada vez mais complexos de hoje. (...) Tem-se acentuado nos últimos anos, no plano internacional, uma perspectiva de educação científica, no ensino básico, orientada para a formação relevante, quer em termos pessoais, quer em termos de participação na vida social, designadamente, a capacidade dos cidadãos contribuírem para a ponderação colectiva do impacto de determinadas soluções científico-tecnológicas propostas pelos poderes instituídos.” (Sá, 2002: 33)

A Educação Escolar, em particular a Educação em Ciências, assume um papel relevante na construção do perfil de cidadão desejável. Este papel está já reconhecido nos documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e aprendizagem nos ensinos Básico e Secundário (Abrantes, 2001; DEB, 2006). Em Portugal, a Educação em Ciências é valorizada desde tenra idade, estando consignada no 1º ciclo do ensino Básico. É, neste nível de ensino, concretizada através da área curricular disciplinar – *Estudo do Meio* – com estatuto de frequência obrigatória (DEB, 2006). A importância desta área curricular é também reconhecida através do tempo de leccionação que lhe está oficialmente atribuído: um tempo mínimo de cinco horas lectivas de trabalho semanal, metade das quais é destinada ao ensino experimental das ciências (Despacho 19575/2006).

A área curricular disciplinar – *Estudo do Meio* - atravessa os quatro anos de escolaridade que compõem o 1º ciclo do ensino Básico por intermédio dos seguintes blocos de aprendizagem:

Bloco 1 – À Descoberta de Si Mesmo

Bloco 3 – À Descoberta do Ambiente Natural

Bloco 5 – À Descoberta dos Materiais e Objectos

Bloco 6 – À Descoberta das Inter-relações entre a Natureza e a Sociedade

Dos objectivos gerais comuns a estes quatro blocos de aprendizagem, destacam-se os seguintes:

“Utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avancar possíveis respostas, ensaiar, verificar, assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação” (DEB, 2006: 103, sublinhado nosso)

"Seleccionar diferentes fontes de informação (orais, escritas, observação... etc.) e utilizar diversas formas de recolha e tratamento de dados simples (entrevistas, inquéritos, cartazes, gráficos e tabelas). " (*op. cit.*: 103, sublinhado nosso)

"Utilizar diferentes modalidades para comunicar a informação recolhida" (*op. cit.*: 103, sublinhado nosso)

Uma leitura destes objectivos aponta para uma perspectiva de ensino centrada na aprendizagem do aluno e acentua o desenvolvimento dos processos científicos (v. Afonso, 2008), evidenciando os processos *Observação*, *Problematização* e *Comunicação*. Esta perspectiva está também espelhada nos princípios orientadores através da indicação de competências a desenvolver e de tipos de actividades de aprendizagem a implementar:

"Pretende-se que todos [alunos] se vão tornando observadores activos com capacidade para descobrir, investigar, experimentar e aprender." (DEB, 2006: 102; sublinhado nosso)

"Os alunos serão ajudados a aprender a organizar a informação e a estruturá-la de forma que ela se constitua em conhecimento, facilitando o professor, de seguida, a sua comunicação e partilha." (*op. cit.*: 102, sublinhado nosso)

"Será através de situações diversificadas de aprendizagem que incluam o contacto directo com o meio envolvente, da realização de pequenas investigações e experiências reais (...) que os alunos irão aprendendo e integrando progressivamente, o significado dos conceitos." (*op. cit.*: 102, sublinhado nosso)

A importância da aprendizagem dos processos científicos na compreensão do conhecimento substantivo, dos fenómenos científicos, e, conseqüentemente, do mundo que nos rodeia é enfatizada no Currículo Nacional do Ensino Básico:

"(...) deve ser oferecida aos alunos a possibilidade de realizarem actividades investigativas que lhes permitam apropriarem-se dos processos científicos para construírem conceitos e ligações entre eles de forma a compreenderem os fenómenos e os acontecimentos observados e, deste modo, contribuírem para um melhor conhecimento, compreensão e domínio do mundo que os rodeia." (Abrantes, 2001: 80; sublinhado nosso)

A aprendizagem dos processos científicos e a implementação de actividades de natureza laboratorial-experimental – *experiências* e *pesquisas simples* – está ainda reforçada nos

princípios orientadores específicos dos blocos de aprendizagem '3. *À Descoberta do Ambiente Natural*' e '5. *À Descoberta dos Materiais e Objectos*':

"A curiosidade infantil pelos fenómenos naturais deve ser estimulada e os alunos encorajados a levantar questões e a procurar respostas para elas através de experiências e pesquisas simples. Os estudos a realizar terão por base a observação directa, utilizando todos os sentidos, a recolha de amostras, sem prejudicar o ambiente, assim como a experimentação. Os alunos deverão utilizar, em situações concretas, instrumentos de observação e medida como, por exemplo, o termómetro, a bússola, os binóculos... É importante que, desde o início, os alunos façam registos daquilo que observam." (DEB, 2006: 115; Bloco de aprendizagem 3; sublinhado nosso)

"Apesar da atitude experimental estar sempre presente na abordagem dos conteúdos dos outros blocos (conforme é referido), pretende-se fundamentalmente com este bloco desenvolver nos alunos uma atitude de permanente experimentação com tudo o que isso implica: observação, introdução de modificações, apreciação de efeitos e resultados, conclusões." (*op. cit.*: 123; Bloco de aprendizagem 5; sublinhado nosso)

Embora os documentos oficiais orientadores dos processos de ensino e aprendizagem apontem para a operacionalização de actividades de cariz laboratorial-experimental, não especificam a perspectiva educacional que lhe deverá estar subjacente. Esta lacuna é evidenciada pela análise do programa de Estudo do Meio efectuada por Martins & Veiga (1999). Perfilhamos a perspectiva destas investigadoras sobre o valor educativo das actividades laboratoriais-experimentais, explicitando que esse valor não está limitado à mera implementação das actividades mas está dependente do modo como são exploradas:

"Estes enunciados parecem reflectir alguma preocupação com aspectos inerentes à actividade científica em sala de aula, sem que, contudo, se faça qualquer alusão a possíveis abordagens metodológicas orientadas para esse fim. Com efeito, ao proporcionar-se a realização de experiências pode ter-se, como ponto de partida, um referencial de aprendizagem 'por descoberta' ou 'construtivista'. Não é a realização de experiências, em si mesma, que conduz à melhoria do sucesso das aprendizagens, mas sim o modo como essas experiências são concebidas, o envolvimento dos alunos em todas as etapas (incluindo a sua concepção) e as intenções por que se levam a cabo." (Martins & Veiga, 1999: 85)

"Em suma, a análise do programa não fornece quaisquer indicadores, ainda que implícitos, que legitimem preocupações de índole racionalista e construtivista do conhecimento." (*op. cit.*: 86)

É o reconhecimento do papel educativo das actividades de cariz laboratorial-experimental enquadradas numa perspectiva educacional específica, assente na promoção da literacia científica e da autonomia do aluno, e da relevância atribuída à transformação e inovação educacional que conduziu ao desenvolvimento do presente estudo.

O modo como os processos científicos estão operacionalizados nas actividades laboratoriais de manuais escolares de Estudo do Meio do 4º ano de escolaridade, actualmente em vigor, é um outro factor que justifica a relevância da idealização, concepção e avaliação do tipo de actividades laboratoriais implementadas neste estudo. A análise de um *corpus* de 13 manuais escolares mostra que as actividades laboratoriais são valorizadas como um recurso didáctico (Carvalho, 2012). Este estudo revela ainda que a maioria das 210 actividades laboratoriais que foram objecto de análise, destinadas à exploração do bloco de aprendizagem *À Descoberta dos Materiais e Objectos*, assume um papel muito redutor na aprendizagem dos processos científicos. Esta conclusão aproxima-se da conclusão tirada por Afonso (2008) através da análise de actividades laboratoriais presentes em quatro manuais escolares para a exploração do bloco de aprendizagem *À Descoberta do Ambiente Natural* do quarto ano de escolaridade. O estudo mais recente assinala a ausência de operacionalização através das actividades laboratoriais dos processos científicos: Previsão, Problemática, Sieriação e Pesquisa de Informação. Incidem essencialmente na operacionalização do processo científico '*Observação*' mas contribuem de uma forma redutora para a sua aprendizagem:

“... apesar de o processo científico '*Observação*' estar contemplado em todas as actividades laboratoriais analisadas, as observações solicitadas são na sua maioria muito redutoras no desenvolvimento de competências de observação porque, estando ausente a explicitação do enfoque de observação, não ajudam o aluno a desenvolver uma compreensão dos aspectos relevantes a observar, porque não visam observações associadas a procedimentos de quantificação.” (Carvalho, 2012: 105)

Os resultados deste estudo mostram ainda que as actividades laboratoriais limitam o papel do aluno à execução acrítica de um procedimento, e não permitem a tomada de decisão nem a reflexão sobre as tarefas realizadas. Face a este contexto, Carvalho (2012) sublinha a importância da reestruturação das actividades laboratoriais presentes nos manuais escolares:

“(...) os manuais escolares deverão incluir actividades laboratoriais de natureza diversificada que, para além de permitirem a (re)construção do conhecimento substantivo, contemplem a

aprendizagem dos vários processos científicos. A estrutura das actividades laboratoriais deverá permitir o envolvimento efectivo dos alunos na concretização dos processos científicos, conferindo-lhes, com o decorrer dos vários anos de escolaridade, maior poder na tomada de decisões. Este modo de operacionalização deverá contemplar o envolvimento do aluno em processos de reflexão (metacognição) sobre a natureza das actividades de aprendizagem e, consequentemente, sobre o próprio processo de aprendizagem. É de sublinhar que, embora possa à partida parecer que não será necessário ensinar a observar dado o seu desenvolvimento supostamente inato, a operacionalização deste processo científico requer abordagens explícitas e intencionais pois em Ciências observar é mais do que um mero acto de olhar, é uma actividade mental que requer a utilização de todos os órgãos dos sentidos, acompanhada ou não por instrumentos auxiliares.” (Carvalho, 2012: 110-111)

O gosto e valor atribuído pela professora-investigadora ao ensino experimental das Ciências aumentaram a percepção de que as suas práticas pedagógicas na área curricular disciplinar de Estudo do Meio não operacionalizavam plenamente o que teoricamente sabia e valorizava. A sensação constante de poder fazer mais e melhor, mas não saber como o concretizar, transformou-se em inquietações sucessivas. A consciência de que era necessário procurar apoio para modificar e inovar as práticas, caso contrário qualquer experiência pedagógica poderia resultar no reforço das práticas já usuais e originar ainda maior insegurança e frustração, levou à frequência do Mestrado em Estudos da Criança, área de especialização em Ensino Experimental das Ciências no Ensino Básico. No final do primeiro ano, um impacto inicial positivo nas práticas lectivas conduziu a uma maior segurança mas também à necessidade de continuar a formação e a (auto)supervisão das práticas. Se por um lado, com o trabalho experimental na sala de aula já procurava a valorização das ideias dos alunos, por outro, o acto de reflectir parecia ainda demasiado difícil para eles. A reflexão que adveio da constatação dessas dificuldades impôs uma questão: *O que está a ser feito com a intencionalidade de ajudar os alunos a pensar, a agir criticamente, a aprender conscientemente?*. Esta questão conduziu à procura de novos caminhos. Foi o momento de fazer um esforço de transformação pessoal e profissional que promovesse simultaneamente a reflexividade dos alunos e da professora-investigadora e desse resposta às inquietações da professora-investigadora. É este cenário que conduz à opção por um estudo de natureza interventiva orientado para o que a Educação deve ser, em detrimento de um estudo de natureza descritiva sobre o que a Educação é. Só um estudo desta natureza é que permitiria agir no contexto de sala de aula, contribuir para o desenvolvimento dos saberes científicos e da competência de Aprender a Aprender dos alunos e

para o desenvolvimento de um papel pró-activo da professora-investigadora. Através da atitude investigativa e da reflexividade, a professora-investigadora poderia experienciar avanços e recuos e, conseqüentemente, desenvolver-se pessoal e profissionalmente para no futuro ser capaz de abarcar novos desafios.

## **1.2. Âmbito e objectivos do estudo**

O presente estudo enquadra-se no âmbito de uma área de conhecimento específica - Metodologia do Ensino das Ciências no 1º ciclo do Ensino Básico -, caracterizando-se pelo seu enfoque na sala de aula e num conteúdo curricular específico do Estudo do Meio Físico. Insere-se numa linha de investigação orientada para a análise do impacto educativo de uma estratégia de ensino-aprendizagem. Focaliza-se na exploração educativa do trabalho laboratorial-experimental segundo uma perspectiva de cariz sócio-construtivista e orientado para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender. Rejeita-se uma abordagem educativa centrada meramente na aprendizagem do conhecimento científico, desligada de uma atitude reflexiva do aluno. A investigação é de natureza participante. É um estudo de caso que assenta nos seguintes objectivos:

1. Conceber actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
2. Avaliar o impacto na aprendizagem de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
3. Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na execução de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
4. Identificar as vantagens e/ou desvantagens apontadas pelos alunos à implementação do trabalho de grupo na consecução das actividades laboratoriais-experimentais.

## **1.3. Importância do estudo**

A importância do presente estudo está, em primeiro lugar, no contributo que fornece para a compreensão do que a Educação deve ser, perspectivada na operacionalização da pedagogia para a autonomia em contexto escolar. Em segundo lugar, assenta no contributo que poderá dar

para a transformação e inovação das práticas dos professores do 1º ciclo do ensino Básico. Acentua a ruptura com a persistência de uma *pedagogia convencional escolar* assinalada por Vieira (1998: 25), que, como todos sabemos, ainda vai persistindo na actualidade:

*“Trata-se de uma pedagogia (...) assente numa ideologia do tipo transmissivo e numa visão estática do conhecimento, que conduz à criação de laços de dependência dos alunos face ao professor e a um afastamento generalizado daqueles face ao saber e ao processo de aprendizagem. Trata-se de uma pedagogia que resistiu a todos os movimentos para a modernidade e inovação pedagógica, que continua a prevalecer nas nossas escolas, hoje como no início da década de 70, quando Celestin Freinet apelava a uma Pedagogia do bom senso (1973), Carl Rogers defendia uma abordagem essencialmente assente na Liberdade para aprender (1969), que permitisse ao sujeito Tornar-se pessoa (1970), Paulo Freire formulava os princípios de uma Pedagogia do oprimido (1972) e Ivan Illich profetizava uma Sociedade sem escolas (1970).”*

Este estudo dá ainda um contributo para a operacionalização educativa do trabalho laboratorial, valorizado por todos os actores envolvidos na reflexão e conceptualização do ensino das Ciências nos vários níveis de escolaridade. Salienta a possibilidade de explorar o trabalho laboratorial numa via que conduz não só à aprendizagem dos conhecimentos substantivo e processual mas também ao desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. Constitui um ponto de partida para a idealização e implementação de outras actividades de aprendizagem pelos professores que desejam incidir as suas práticas lectivas no desenvolvimento da autonomia do aluno.

Este estudo também poderá contribuir para a formação inicial e contínua de professores. A sua exploração segundo uma metodologia de análise de casos contribuirá para a reflexão sobre as concepções de ensinar, aprender, trabalho laboratorial, Ciência, etc.

Por fim, assinala-se o contributo para os autores dos manuais escolares, possibilitando-lhes informação que, conduzindo à reflexão sobre o papel do manual escolar no desenvolvimento da autonomia no aluno, permitir-lhes-á equacionar a (re)estruturação das actividades de aprendizagem.

#### **1.4. Limitações do estudo**

O estudo efectuado, à semelhança do que acontece com as mais variadas investigações, esteve condicionado por diversos factores. As principais limitações que encerra, a seguir

mencionadas, estão relacionadas com o período legalmente estabelecido para o desenvolvimento da dissertação, com os procedimentos de tratamento e análise de dados e com o facto de a investigadora assumir simultaneamente o papel de professora responsável pela implementação da intervenção pedagógica.

### *1. Período de tempo de realização do trabalho*

O período de tempo disponível para a realização da dissertação delimita o período de intervenção pedagógica e, conseqüentemente, o período de recolha de dados necessários para a sua avaliação. Este período foi incompatível com a aplicação de instrumentos que permitissem avaliar a ocorrência a longo prazo de mudança/evolução conceptual.

### *2. Tratamento e análise de dados*

A avaliação da intervenção pedagógica envolveu a análise de conteúdo das respostas dos alunos às questões abertas das actividades de aprendizagem e de um questionário final. A análise de conteúdo é um processo que permite interpretações diversificadas (Bardin, 2004), podendo, no presente estudo, estar condicionada pelas concepções da investigadora. Com o objectivo de minimizar esta subjectividade, a categorização das respostas dos alunos foi primeiramente efectuada pela professora-investigadora em dois períodos de tempo distintos com o intuito de aferir a interpretação realizada. Num segundo momento, foi submetida à apreciação do orientador deste estudo. Por fim, foram confrontadas as interpretações da professora-investigadora e do orientador que permitiram acordar uma categorização final.

### *3. Papel de professora-investigadora*

O presente estudo desenrolou-se em contexto natural – sala de aula – possibilitando a sua aplicabilidade em situações idênticas. No entanto, a duplicidade de papéis da investigadora, assumindo o papel de investigadora-participante por ser a responsável na implementação da intervenção pedagógica, acarreta potencialidades e riscos. A principal potencialidade está na manutenção da autenticidade da acção pedagógica, sem estar sujeita a interferências externas ao grupo, sendo a investigadora o principal instrumento de investigação (v. Denscombe, 1998). O risco primordial é a subjectividade da análise dos acontecimentos, determinada pelo saber e experiência profissional da própria investigadora. Com o intuito de minimizar este risco, recolheram-se as opiniões dos alunos sobre o impacto e a relevância das tarefas implementadas.



Embora o principal valor dos resultados obtidos seja para o contexto educativo em que foram produzidos, não se pretendendo que estes sejam generalizáveis, fornecem um contributo relevante na compreensão da estratégia pedagógica adoptada e na concepção e implementação de experiências pedagógicas idênticas.

### **1.5. Estrutura geral da dissertação**

O presente capítulo é finalizado com a apresentação da estrutura desta dissertação. O texto apresentado está organizado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo - *Da Contextualização à Definição do Estudo* – inicia-se com a apresentação do contexto educativo em que o estudo emerge, a explicitação do âmbito e dos objectivos do estudo. Apresenta, ainda, a importância educativa e as limitações do estudo. Finaliza com a apresentação da estrutura do texto da dissertação.

O segundo capítulo - *Revisão da Literatura* – explicita o quadro teórico que envolve o presente estudo, incidindo principalmente em duas dimensões: a pedagogia para a autonomia em contexto escolar e a educação em Ciências no primeiro ciclo do ensino Básico.

O terceiro capítulo – *Metodologia de Intervenção Pedagógica e de Investigação* – fornece, em primeiro lugar, uma visão global do plano do estudo. Apresenta, em seguida, a estratégia de intervenção pedagógica através da explicitação sumária da perspectiva educacional subjacente, da descrição e fundamentação educacional da estrutura das actividades de aprendizagem, dos processos científicos passíveis de exploração através das actividades e da descrição do processo seguido na sua implementação. Por fim, explicita as opções metodológicas de investigação, incluindo a descrição dos alunos participantes no estudo e a explicação dos procedimentos metodológicos seguidos na recolha e análise da informação para a avaliação do impacto educativo da estratégia de intervenção pedagógica.

No quarto capítulo – *Avaliação da Intervenção Pedagógica* - são apresentados e analisados os resultados obtidos que permitem avaliar o impacto da estratégia de intervenção pedagógica na (re)construção do conhecimento substantivo e no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender e identificar dificuldades, vantagens e desvantagens apontadas pelos alunos à consecução das actividades de aprendizagem.

O quinto e último capítulo - *Conclusões, Implicações e Sugestões* – apresenta as conclusões do estudo, as suas implicações educacionais e aponta algumas sugestões para

futuras investigações.

A finalizar, apresentam-se as referências bibliográficas e os anexos considerados relevantes para uma melhor compreensão do estudo realizado.



## II – REVISÃO DE LITERATURA

### Introdução

O presente capítulo encontra-se dividido em duas secções. A primeira secção focaliza-se na explicitação de um quadro teórico que enforma a pedagogia para a autonomia em contexto escolar. A segunda secção aborda as finalidades da Educação em Ciências no primeiro ciclo do ensino Básico, efectua uma breve referência à perspectiva educacional de cariz sócio-construtivista e por mudança conceptual e explora o papel das actividades laboratoriais no desenvolvimento do conhecimento substantivo e dos processos científicos.

### 2.1. Pedagogia para a Autonomia

O conceito de *autonomia* começou a ser utilizado no campo pedagógico após a Segunda Guerra Mundial, associado principalmente à educação de adultos (Vieira, 1998). Na década de 70 do século XX surgiu na literatura com as designações de *auto-direcção* ou *aprendizagem auto-dirigida*, sendo, na actualidade, vista, simultaneamente, como uma *meta educativa* fulcral decorrente de uma sociedade que solicita a participação activa, crítica e interventiva do cidadão e como uma *metodologia* que segundo Holec implica o exercício pleno da responsabilidade (Vieira, 1998). Mais recentemente, surge na literatura uma conceptualização de autonomia apontada tanto para o aluno como para o professor com o propósito de “enfatizar a sua natureza semelhante e a sua interdependência em contextos escolares” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007: 2), sendo definida como:

“competência para se desenvolver como participante autodeterminado, socialmente responsável e criticamente consciente em (e para além de) ambientes educativos, por referência a uma visão da educação como um espaço de emancipação (inter) pessoal e transformação social.” (op. cit.: 2)

Esta definição comporta não só os traços centrais da autonomia mas também a visão da educação em que se enquadra. Ao ser definida como *competência*, a autonomia exige a mobilização de disposições atitudinais, de conhecimentos e de capacidades pelos sujeitos para que estes se desenvolvam, de forma contínua e gradativa, assumindo um papel pró-activo e

interactivo nos processos de ensino e aprendizagem. A concretização desta perspectiva implica que a *pedagogia da dependência* dê lugar à *pedagogia para a autonomia* (Vieira, 1998). O carácter transformador e reprodutor que as distingue está explicitado no Quadro 2.1.

**Quadro 2.1: Pedagogia da dependência e pedagogia para a autonomia (Vieira, 2010: 26)**

	REPRODUÇÃO PEDAGOGIA DA DEPENDÊNCIA	TRANSFORMAÇÃO PEDAGOGIA PARA A AUTONOMIA
PRESSUPOSTOS PRINCIPAIS	O aluno é sujeito consumidor passivo do saber O professor é figura de autoridade social, científica e pedagógica, única fonte de saber, assumindo o papel de transmissor O saber é estático e absoluto	O aluno é sujeito consumidor crítico e produtor criativo do saber O professor é facilitador da aprendizagem, mediador da relação aluno-saber, parceiro da negociação pedagógica O saber é dinâmico, transitório e diferenciado de sujeito para sujeito
FINALIDADES PRIORITÁRIAS	Desenvolver a competência académica do aluno, principalmente traduzida na aquisição de conhecimentos e no domínio de capacidades do tipo cognitivo	Aproximar o aluno do saber e do processo de aprendizagem Ajudá-lo a aprender a aprender, a desenvolver a capacidade de gerir a própria aprendizagem Encorajar a responsabilidade e a assunção de uma postura pró-activa no processo de aprender Desenvolver uma perspectiva crítica da escola, do saber e da aprendizagem Promover a relação entre a escola e a vida
TRAÇOS PROCESSUAIS	Focalização nos processos de transmissão e nos conteúdos de aprendizagem Clima potencialmente autoritário e formal Processos dominados pelo professor, único decisor e avaliador Forte dependência do aluno aos níveis do discurso e das tarefas, frequentemente associada a um enfraquecimento motivacional ou a motivações externas Tarefas determinadas pelo professor, tendencialmente dirigidas exclusivamente ao desenvolvimento da competência académica Ênfase na competição e no individualismo Práticas de avaliação normativas, tendencialmente segregadoras	Focalização nos processos de aprendizagem e no aluno: teorias, estilos, necessidades, estratégias, hábitos, experiências anteriores, sistema apreciativo Clima tendencialmente democrático e informal Participação do aluno na tomada de decisões e elaboração de projectos e contratos Tarefas do tipo reflexivo e experimental; desenvolvimento de capacidades de planificação, regulação, e (auto)avaliação da aprendizagem Gestão colaborativa da informação e da palavra Construção colaborativa de saberes académicos, sociais e de aprendizagem Valorização da função formativa das práticas de (auto)avaliação, tendencialmente integradoras

A autonomia não deverá ser visualizada como sinónimo de independência, integrando apenas uma dimensão individual, mas contemplando, simultaneamente a esta, uma dimensão social.

O desenvolvimento da autonomia concretiza-se através de tarefas de Reflexão, Regulação,

Negociação e Experimentação na sala de aula (Vieira, 1998; Vieira & Moreira, 2011). É em torno destas quatro tarefas que se agrupam os papéis do aluno numa pedagogia para a autonomia. A sua presença nas actividades de aprendizagem aumentará o seu potencial de desenvolvimento de uma “aprendizagem consciente, crítica e auto-dirigida, favorecendo a aproximação do aluno ao saber disciplinar e ao processo de aprender” (Vieira, 2010: 29). O Quadro 2.2 explicita os papéis pedagógicos a assumir pelos alunos.

**Quadro2.2: Papéis dos alunos numa pedagogia para a autonomia (Vieira, 2010: 29)**

1. REFLEXÃO	<p>Consciencialização do saber disciplinar</p> <p>Consciencialização do processo de aprender</p>	<p><i>(especificar os objectos de reflexão de acordo com a área do saber)</i></p> <p>Reflectir sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Sentido de auto-controlo</li> <li>. Atitudes, representações, crenças, preferências e estilos</li> <li>. Finalidades, prioridades, estratégias, (meta/cognitivas, sócio-afectivas)</li> <li>. Tarefas (enfoque, finalidade, pressupostos, requisitos)</li> <li>. Processo didáctico (objectivos, actividades, avaliação, papéis...)</li> </ul>
2. EXPERIMENTAÇÃO	Experimentação de estratégias de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Descobrir e experimentar estratégias na aula</li> <li>. Usar estratégias fora da aula</li> <li>. Explorar recursos/situações (pedagógicos / não pedagógicos)</li> </ul>
3. REGULAÇÃO	Regulação de experiências de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Monitorizar atitudes, representações, crenças</li> <li>. Monitorizar conhecimento e capacidade estratégicos</li> <li>. Avaliar resultados e progressos da aprendizagem</li> <li>. Identificar problemas e necessidades de aprendizagem</li> <li>. Definir objectivos de aprendizagem</li> <li>. Fazer planos de aprendizagem</li> <li>. Avaliar o processo didáctico</li> </ul>
4. NEGOCIAÇÃO	Co-construção de experiências de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Trabalhar em colaboração com os pares</li> <li>. Trabalhar em colaboração com o professor</li> <li>. Tomar iniciativas, realizar escolhas, tomar decisões</li> </ul>

A consecução das quatro tarefas envolve o desenvolvimento de várias subcompetências que se enquadram nos grupos seguintes: a *competência para a aprendizagem*, a *competência*

*para a auto-motivação e a competência para pensar criticamente* (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007).

A *competência para a aprendizagem* é designada por Alonso, Roldão & Vieira (2006) como a competência de Aprender a Aprender que “toma como base o conceito de regulação da aprendizagem, que envolve tarefas de planificação, monitorização e avaliação do processo de aprendizagem na realização de actividades, através da mobilização de estratégias metacognitivas e atitudes sócio-afectivas.” (Alonso, Roldão & Vieira, 2006: 3108). A promoção da autonomia implica a criação de situações educativas orientadas intencional e explicitamente com este fim. É também neste sentido que aponta Carretero & Fuentes (2010) quando se referem à promoção da competência de Aprender a Aprender:

“El objetivo de aprender a aprender no se logrará de manera espontánea, sino que sólo se conseguirá si en los currículos se presta tanta atención a los procesos de adquisición de los conocimientos como a los propios conocimientos y si los docentes se plantean su enseñanza de manera intencional y sistemática en las actividades escolares” (p. 7)

As estratégias metacognitivas focalizam-se na regulação da actividade cognitiva, implicando a capacidade de tomar decisões críticas e conscientes que possibilitem a regulação da aprendizagem pelo próprio aluno, aproximando-o de uma determinada meta dentro de um contexto específico de aprendizagem (Monereo, 2001). Referem-se à capacidade de tomar consciência de parte da cognição, tomando decisões acerca dos processos e produtos que se produzem na mente humana (Monereo, 2001). Expressam-se no conhecimento reflexivo e na supervisão activa dos processos implicados na aprendizagem. Trata-se de “saber como aprendemos e como aprender” (Martín & Moreno, 2007: 26). Na regulação da aprendizagem o aluno deve ser capaz de assumir o controlo do que aprende, compreender porque aprende, com que finalidade, em que momento e circunstância, assumindo a responsabilidade pela própria aprendizagem e tomando decisões relativas à melhoria da mesma. A *regulação da aprendizagem* envolve as seguintes operações:

- “(a) operações sobre a actividade que dizem respeito ao conhecimento da sua finalidade e natureza e à organização prévia do que é preciso fazer, assim como à identificação dos saberes (substantivos e processuais) e recursos necessários à sua realização (PLANIFICAÇÃO);
- (b) operações que permitem acompanhar e ir monitorizando o desenvolvimento da actividade, as dificuldades experimentadas, suas causas e possíveis soluções, e que podem envolver tarefas de replanificação (MONITORIZAÇÃO);

- (c) operações que permitem ajuizar do grau de consecução dos objectivos da actividade do processo posto em acção para o conseguir e da sua utilização e valor potencial noutros contextos (AVALIAÇÃO).
- (d) atitudes sócio-afectivas, de natureza intrapessoal e interpessoal, que favoreçam uma aprendizagem motivada e responsável ao longo da realização da actividade" (*op. cit.*: 3110-3111).

O principal princípio pedagógico que orienta a regulação da aprendizagem é *Facultar oportunidades para aprender a aprender e para a auto-regulação* (Vieira & Coelho da Silva, 2009). A *auto-regulação* caracteriza-se por ser um processo intencional através do qual comportamentos controlados extrinsecamente se transformam em comportamentos mais auto-determinados (Lopes da Silva *et al.*, 2004; Martín & Moreno, 2007). Este processo exige a definição de objectivos e a orientação intencional do comportamento no sentido de atingir esses objectivos (Lopes da Silva *et al.*, 2004). A auto-regulação promove a capacidade de reflexão sobre o processo de aprendizagem através de tarefas e actividades de meta-aprendizagem que melhorem a forma de aprender. Ao reflectir sobre como aprende, o aluno deverá adquirir uma maior consciência das ferramentas que necessita para melhorar o seu desempenho, ao mesmo tempo que potencia o aumento da motivação e da eficácia. Fornecer possibilidades para a auto-regulação significa criar momentos que promovam a capacidade dos alunos reflectirem e verbalizarem o seu próprio processo de aprendizagem. Através do processo de auto-regulação, os alunos transformam as suas capacidades mentais em competências académicas (Schunk & Zimmerman, 1998 in Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Os alunos regulam a sua actividade cognitiva, a sua motivação ou o seu comportamento conseguindo atingir as suas finalidades e melhorar o seu desempenho. A regulação implica a assunção de uma atitude de auto-determinação perante a própria aprendizagem. Baseiam-se no controlo e regulação efectuados pelo aluno sobre a própria aprendizagem, através da tomada de consciência da necessidade de organizar previamente as actividades, da tomada de decisões sobre o desenvolvimento da tarefa, da avaliação e reestruturação de tarefas e da avaliação da consecução dos objectivos traçados (Alonso, Roldão & Vieira, 2006; Martín & Moreno, 2007). É necessário que o aluno tome consciência das representações que perfilha acerca da natureza da aprendizagem, tome decisões no que concerne à atenção que deve manter durante a tarefa, identificando e evitando factores causadores de distracção. O professor terá de assumir o papel de ensinar, promover e monitorizar o uso de estratégias de aprendizagem, e de envolver os alunos na construção de instrumentos de regulação (Vieira & Coelho da Silva, 2009).



As operações de *planificação* implicam a identificação do problema e dos objectivos da aprendizagem, o estabelecimento da relação da actividade com saberes prévios e com os novos saberes, a previsão da utilidade da actividade noutras situações bem como a sua utilidade pessoal e social. Incluem, também, as tarefas de planeamento de uma actividade: definição de tempo, recursos, estratégias, etc. (Alonso, Roldão & Vieira, 2006). A planificação envolve o recurso a estratégias e acções que já se mostraram ser eficazes em momentos de aprendizagem anteriores, sendo mobilizadas conscientemente em situações similares (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). As operações de *monitorização* exigem a identificação e interpretação das dificuldades encontradas e, a partir delas, o planeamento de tarefas/estratégias orientadas para a sua superação e a reformulação de atitudes, métodos, técnicas (Alonso, Roldão & Vieira, 2006). As operações de *avaliação* incidem na avaliação das aprendizagens realizadas, na análise da utilidade da actividade noutras situações de aprendizagem e da sua relevância pessoal e social, e na selecção e organização de formas de comunicar as aprendizagens desenvolvidas. A avaliação deve permitir ainda a identificação de estratégias de melhoria da aprendizagem, revestindo-se de um maior sentido se focalizada para a recolha de informação que possibilite reajustar o processo de ensino-aprendizagem (Martín & Moreno, 2007). A monitorização e a avaliação do processo, das acções desenvolvidas e da eficiência das escolhas efectuadas exigem um processo de reflexão que potencializa o desenvolvimento do conhecimento metacognitivo.

As estratégias *sócio-afectivas* incidem no desenvolvimento de atitudes intrapessoais e interpessoais que potenciem uma aprendizagem motivada e responsável. Implicam que o aluno assumam responsabilidades perante a sua aprendizagem e a do Outro, seja persistente perante dificuldades, tome a iniciativa de solicitar apoio, manifeste predisposição para a realização de tarefas que não lhe são familiares e invista no trabalho individual e colectivo (Alonso, Roldão & Vieira, 2006). Exigem atitudes de iniciativa, de curiosidade intelectual, abertura à cooperação, tolerância da ambiguidade e confiança na capacidade de aprender (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007).

A *Negociação* consiste na construção de sentidos/ideias e/ou decisões. Poder-se-ão considerar três tipos de negociação: *pessoal*, *interactiva* e *processual* (Breen & Littlejohn, 2000). A negociação *pessoal* ocorre quando o indivíduo interpreta sentidos. É um processo intrapessoal caracterizado pela negociação entre os possíveis sentidos do que lê ou ouve e aqueles que, pessoalmente, lhe atribui. É um processo mental que ocorre na procura da compreensão do

mundo. As negociações interactiva e processual implicam dotar os alunos do poder de decisão em relação ao seu próprio discurso e comunicação. Ocorrem em contextos sociais de cooperação através da interacção conversacional entre os vários actores envolvidos (Breen & Littlejohn, 2000). A negociação *interactiva* resulta do esforço de construir socialmente uma base de entendimento entre todos os elementos, implicando a partilha de sentidos. A negociação *processual* envolve os alunos e professor na tomada de decisões. Este último tipo de negociação implica tanto a negociação pessoal como a negociação interactiva (Breen & Littlejohn, 2000). A negociação de decisões obedece a um ciclo que prevê, numa primeira etapa, a reflexão sobre as decisões que são objecto de negociação, de seguida exige a planificação e execução das decisões tomadas e por fim a avaliação dos resultados e do processo (Breen & Littlejohn, 2000). É um processo cooperativo onde professor e alunos partilham e discutem interpretações, dificuldades e preferências de forma a melhorar o processo de ensino-aprendizagem. A negociação processual rompe com a visão tradicional de que as decisões inerentes aos processos de ensino e aprendizagem são tarefas exclusivas do professor, competindo a este a decisão de quem fala, quando fala e sobre o que fala (Silva, 2009). Conduz ao aumento do poder discursivo dos alunos com uma maior equivalência de posições entre participantes com papéis diferentes, onde alunos e professor partilham a responsabilidade pela educação (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Os participantes (alunos e professor) negoceiam assim a agenda pedagógica e constroem colaborativamente significados de modo a fomentar um ambiente mais participativo em que todos partilham interesses e preocupações. Ao participar activamente neste processo colaborativo o aluno interessa-se, investe e compromete-se com a sua própria aprendizagem.

A negociação processual em contexto educativo focaliza-se na participação do aluno na escolha de objectivos, estratégias, recursos, procedimentos, papéis e formas de avaliação das aprendizagens (Breen & Littlejohn, 2000). A negociação de decisões sobre objectivos e conteúdos possibilita a ponderação das características e necessidades específicas de cada turma na definição dos objectivos e do enfoque de determinada actividade ou disciplina. A negociação de formas de trabalho permite partilhar decisões no que concerne à organização do trabalho – individual, par ou grupo – e aos recursos e materiais a utilizar. A negociação de decisões sobre formas de avaliação atribui ao aluno um papel activo e determinante na escolha dos critérios e elementos da avaliação (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007).

O principal princípio pedagógico que está subjacente à negociação é *Encorajar a responsabilidade, a escolha e o controlo flexível* (Vieira & Coelho da Silva, 2009). Este princípio pedagógico assenta no pressuposto de que os alunos devem assumir responsabilidade pela sua própria educação (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). A responsabilidade acarreta a capacidade de fazer e justificar as escolhas adoptadas. A capacidade que o aluno tem de desempenhar diferentes níveis de controlo em função do contexto e das circunstâncias dos vários momentos de aprendizagem é reconhecida na noção de controlo flexível. Ao reflectir sobre como aprende, o aluno adquire uma maior consciência das ferramentas de que necessita para melhorar o seu desempenho, permitindo-lhe desenvolver um papel activo de diálogo e cooperação negociando com o Outro sentidos e papéis.

A operacionalização da negociação implica que o aluno mobilize e desenvolva um conjunto de competências promotoras da sua autonomia: diálogo, cooperação, iniciativa/escolha, responsabilidade, auto-determinação, auto-motivação, pensamento crítico (Vieira & Coelho da Silva, 2009). Por sua vez o professor deve ser capaz de promover a comunicação, envolver os alunos no conhecimento e gestão do programa e monitorizar as escolhas dos alunos (Vieira & Coelho da Silva, 2009). É o professor que coordena e orienta todo o processo de negociação.

A *Reflexão* permite que o aluno aumente o seu nível de consciência acerca do objecto e das formas de aprendizagem essenciais para a assunção de papéis críticos e interventivos. Está estritamente ligada à metacognição, à capacidade de auto-avaliação e a competências de pensamento de nível superior (capacidade de tomada de decisões e de resolução de problemas) (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Podem-se considerar três tipos de reflexão: ao nível técnico, ao nível prático e ao nível crítico ou emancipatório (Amaral, Moreira & Ribeiro, 1996 in Vieira, 2010). No nível técnico, a reflexão focaliza-se *na* e *para* a acção que se traduz na consecução de objectivos a curto prazo, numa óptica de melhoria do desempenho. No nível prático, a reflexão focaliza-se na análise de pressupostos, predisposições, valores e efeitos nas práticas. No nível crítico e emancipatório, a reflexão abrange uma dimensão ética, social e política das práticas, incluindo a reflexão sobre os processos de aprendizagem, problematizando-os e avaliando-os.

A *Experimentação* implica criar situações educativas que permitam ao aluno descobrir,

experienciar e usar diferentes estratégias na sala de aula bem como explorar diferentes recursos (Vieira, 2010). Ser autónomo implica explorar a dimensão experimental da aprendizagem em articulação com a reflexão. Ao experimentar o aluno “mobiliza estratégias de risco, tentativa e erro, formulação/verificação de hipóteses e resolução de problemas” (Vieira, 1998: 255).

A segunda subcompetência da autonomia do aluno é a competência para a *auto-motivação*, entendida como a “condição ou estado interno que serve para activar ou estimular o comportamento do aluno e dar-lhe uma direcção” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007: 35). Implica o investimento pessoal do aluno na realização de tarefas, incluindo aquelas que não lhe são familiares: “um aprendiz autónomo, reflexivo, criativo exige um esforço e uma persistência que nenhuma pessoa dedica a uma tarefa para a qual não está motivada” (Martín & Moreno, 2007: 30-31). O conceito de auto-motivação encontra-se fortemente ligado ao conceito de autodeterminação. Segundo a teoria da autodeterminação de Deci e Ryan, difundida em 1985, a motivação intrínseca é mantida quando os alunos se sentem competentes e autodeterminados pois baseia-se no desejo de se ser bom naquilo que se valoriza (Jiménez Raya, Lamb & Veira, 2007). A promoção de um clima de sala de aula favorável ao desenvolvimento de orientações motivacionais auxiliará à transição da motivação controlada (motivação extrínseca) para autodeterminada (motivação intrínseca), podendo este processo ocorrer em vários níveis. Quanto mais completa for esta transição mais autodeterminado será o aluno. Ser autodeterminado corresponde a realizar acções ao mais elevado nível de reflexão. A autodeterminação é inseparável da autonomia: os comportamentos autónomos são experienciados devido ao seu interesse ou pertinência pessoal, ou seja, à sua motivação interna. A aprendizagem que promove a motivação intrínseca é uma aprendizagem com sentido e relevância pessoal.

A competência para *pensar criticamente* é outra das subcompetências da autonomia. O pensador crítico é aquele que coloca questões e procura novas soluções, avalia razões, admite a falta de compreensão, auto-avalia-se, reúne factos, procura evidências que sustentem pressupostos, ajusta a sua opinião face a novas evidências, é minucioso no exame de problemas de aprendizagem, tem consciência crítica dos factores que condicionam a aprendizagem e é capaz de negociar para se fazer ouvir (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2000; Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Nos primeiros níveis de escolaridade é necessário potenciar o uso da capacidade interrogativa: auxiliar o aluno a questionar-se sobre quais os objectivos, que passos a realizar, se foram bem ou mal realizados, que mais pode fazer, o que é mais fácil ou mais difícil de aprender (Martín & Moreno, 2007).

O desenvolvimento de competências de autonomia do aluno e do professor exige professores reflexivos e investigativos (Vieira, 2010). O professor deve consciencializar-se da necessidade de realizar tarefas direccionadas especificamente para estes papéis. O Quadro 2.3 apresenta uma listagem em aberto de tarefas que implicam a reflexividade do professor e, por este motivo, contribuem para o desenvolvimento da sua autonomia e da autonomia do aluno.

**Quadro 2.3. Papéis do professor numa pedagogia para a autonomia (Vieira, 2010: 30)**

PAPÉIS DO PROFESSOR
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Compreender o saber disciplinar e o seu papel no currículo</li> <li>. Compreender a teoria e a prática de uma pedagogia para a autonomia</li> <li>. Conceber o ensino da disciplina como uma actividade indagatória e exploratória</li> <li>. Desafiar rotinas, convenções, tradições (ser subversivo/a se necessário)</li> <li>. Partilhar teorias e práticas pedagógicas com os pares</li> <li>. Encorajar os alunos a assumir posições críticas face a valores e práticas sociais e educativos, envolvendo-os na procura de soluções adequadas (embora não necessariamente ideais)</li> <li>. Partilhar teorias pedagógicas, responsabilidades e decisões com os alunos</li> <li>. Reconhecer e aceitar que os alunos podem não pensar como o/a professor/a e que nem sempre é fácil, ou até desejável, chegar a uma única conclusão ou ponto de vista</li> <li>. Articular a dimensão pessoal da aprendizagem com a natureza social e interactiva da cultura da sala de aula</li> <li>. Promover a comunicação, onde todos têm o direito de se expressar e de contribuir para a co-construção de sentidos</li> <li>. Recolher informação dos/sobre os alunos de modo a compreender os seus processos de aprendizagem e a sua evolução (por ex., através do diálogo, da observação, de questionários, entrevistas, listas de verificação, etc.)</li> <li>. Analisar a informação recolhida com o objectivo de melhorar as práticas de ensino e de aprendizagem</li> <li>. Encontrar formas de integrar a competência da aprendizagem dos alunos na sua avaliação global (por ex., através da auto-avaliação)</li> <li>...</li> </ul>

A consecução destas tarefas nem sempre é fácil ou até possível. Em contexto pedagógico são várias as condições capazes de condicionar não só a assunção de um papel reflexivo e investigativo pelo professor, e por conseguinte, o desenvolvimento de uma pedagogia para a autonomia. Estes factores de constrangimento podem ser relativos ao contexto, ao professor ou ao aluno (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007; Vieira, 2010). Relativamente ao contexto assumem particular importância alguns factores: os valores políticos, sócio-culturais e educacionais (como a competitividade, a resignação, a reprodução, a obediência à autoridade, etc.), as tradições da educação escolar (as políticas educativas centralizadas, os manuais normalizadores da aprendizagem, os exames externos, etc.), a cultura institucional (a burocratização, a regulamentação excessiva, etc.) e as expectativas da comunidade sobre o papel da escola (a visão do professor como transmissor e do aluno como receptor passivo, etc.). Os factores de constrangimento relativos ao professor prendem-se com as teorias pessoais que

cada professor elabora, com a sua formação inicial e contínua, com as suas práticas e atitudes face à profissão, com a sua experiência enquanto aluno e com as características da sua personalidade (conformismo, medo de inovar, etc.). Os factores de constrangimento relativos ao aluno relacionam-se com a sua experiência de aprendizagem passada (focalizada na autoridade do professor), com as suas teorias pessoais (valores, atitudes, crenças, convicções da educação como reprodução, etc.), práticas de aprendizagem (dependentes do professor), atitudes face à escola (conformismo, impotência, desmotivação, etc.) e biografia pessoal (elementos da sua personalidade que podem condicionar a sua autonomia). A presença de factores de constrangimento de uma pedagogia para a autonomia poderá limitar a actuação do professor mas não são impeditivos da mesma. A consciencialização e compreensão pelo professor destes factores possibilitarão uma postura transformadora face ao contexto:

“(...) o professor pode capacitar-se no sentido de encontrar formas eficientes de justificação e argumentação em favor do desenvolvimento da autonomia do aluno, mesmo em contextos que num primeiro relance pareçam inibir o seu desenvolvimento.” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007: 23).

## **2.2. A Educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico**

A inclusão da Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade encontra sustentabilidade nas seguintes razões:

- A Educação em Ciências permite fomentar a curiosidade das crianças, naturalmente propensas a explorar contextos e situações do seu dia-a-dia, impulsionando o seu entusiasmo pelas ciências (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002).
- A Educação em Ciências permite desenvolver capacidades de pensamento crítico e metacognitivo, úteis noutras áreas do currículo e noutros contextos, contribuindo para o incremento da capacidade de reflexão sobre a própria acção (Sá, 2002; Tenreiro-Vieira, 2002).
- A Educação em Ciências permite promover a construção de conhecimento científico útil e significativo. Diminui o enraizamento das ideias intuitivas das crianças aumentando a propensão para a mudança e evolução das suas ideias (Sá, 2002; Santos, 2001).
- A Educação em Ciências pode constituir um suporte ao desenvolvimento das competências matemáticas e da comunicação oral e escrita (Sá & Varela, 2007). A comunicação é desenvolvida e potenciada quando a criança exprime ideias e vivências próprias sobre os fenómenos científicos. A aplicação de vários conceitos matemáticos (grandezas, números, medições...) a contextos e problemas de natureza científica desenvolve a compreensão desses conceitos (Sá, 2002; Sá & Varela, 2007).

Tendo por base estas razões, são apontadas as seguintes finalidades para a Educação em Ciências para todas as crianças:

- Promover a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos que resultem úteis e funcionais em diferentes contextos do quotidiano;
- Fomentar a compreensão de maneiras de pensar científicas e quadros explicativos da Ciência que tiveram (e têm) um grande impacto no ambiente material e na cultura em geral;
- Contribuir para a formação democrática de todos, que lhes permita a compreensão da Ciência, Tecnologia e da sua natureza, bem como das suas inter-relações com a sociedade e que responsabilize cada indivíduo pela sua própria construção pessoal ao longo da vida;
- Desenvolver capacidades de pensamento ligadas à resolução de problemas, aos processos científicos, à tomada de decisões e de posições baseadas em argumentos racionais sobre questões sócio-científicas;
- Promover a reflexão sobre os valores que impregnam o conhecimento científico e sobre atitudes, normas e valores culturais e sociais que, por um lado, condicionam, por exemplo, a tomada de decisão grupal sobre questões tecnocientíficas e, por outro, são importantes para compreender e interpretar resultados de investigação e saber trabalhar em cooperação." (Martins *et al.*, 2007: 19-20)

A operacionalização da educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico encontra na literatura várias propostas metodológicas que mostram perfilhar um quadro teórico comum (v. Sá, 2002; Martins *et al.*, 2007; Sá & Varela, 2004 e 2007). Os vários investigadores defendem um ensino experimental que, tendo por base uma perspectiva de educação de cariz sócio-construtivista, esteja orientado por uma perspectiva de ensino por mudança conceptual, assente na reestruturação das concepções alternativas dos alunos, e contemple a aprendizagem dos processos científicos. Esta perspectiva de ensino é designada por Sá (2002) e Sá e Varela (2004 e 2007) como *Ensino Experimental Reflexivo*. Alguns estudos evidenciam o impacto positivo do ensino experimental e reflexivo na educação em Ciências. A título de exemplo, referem-se os estudos de Matos & Valadares (2001) e de Sá & Varela (2004, 2007). Matos & Valadares (2001) investigaram o efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo. O estudo comparou os significados atribuídos por alunos do quarto ano de escolaridade a alguns conceitos científicos. Esta comparação foi efectuada entre alunos de duas turmas: experimental e de controlo. Na turma experimental efectuou-se uma abordagem construtivista e investigativa. Na turma de controlo o ensino recaiu nos mesmos temas nas em

moldes tradicionalistas (sem actividades experimentais). As conclusões efectuadas apontaram para um desempenho e enriquecimento conceptual nitidamente maior na turma experimental. Os autores concluíram que o ensino experimental contribui para a melhoria dos conhecimentos dos alunos, no sentido em que promove a modificação e o enriquecimento dos modelos mentais dos alunos aproximando-os dos modelos partilhados pela comunidade científica, e para a aquisição de diversas capacidades úteis para a vida, tais como o espírito científico, aberto e auto-crítico. Num estudo quasi-experimental desenvolvido por Sá & Varela (2004) foi analisada o impacto da importância da reflexão na (re)construção do conhecimento científico segundo uma perspectiva do Ensino Experimental Reflexivo. Neste sentido, os autores procederam ao contraste entre turma experimental e de controlo (ambas do primeiro ano de escolaridade) relativamente aos conhecimentos evidenciados pelos alunos acerca do estudo dos seres vivos verificou-se que o nível de compreensão do conceito em estudo era significativamente superior no caso dos alunos da turma experimental. Os resultados mantiveram-se superiores aos apresentados pelo grupo de controlo mesmo num teste efectuado cinco meses após a intervenção, situando-se o grau de retenção nos 81,4 %.

Num outro estudo realizado pelos mesmos autores (2007), foram comparados os resultados apresentados pelos alunos de duas turmas: experimental e de controlo. Na turma experimental foi efectuada uma intervenção de 40 horas de Ensino Experimental Reflexivo. A comparação entre os resultados apresentados por estes alunos com os resultados apresentados pelos alunos da turma de controlo permitiram concluir ganhos significativos nos alunos da turma experimental nos três itens avaliados: capacidades cognitivas, linguagem e capacidade de resolução de problemas de conteúdo não científico.

A perspectiva sócio-construtivista realça a importância da natureza social da construção do conhecimento através da interacção alunos-alunos e alunos-professor e conceptualizando, assim, o grupo turma como uma comunidade de aprendizagem (Oliveira, 1999). Como refere Vygotsky "o que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação será capaz de fazer sozinha amanhã" (1987: 89). É, também, neste sentido que se enquadra a perspectiva de aprendizagem apontada por Pujol (2007: 78-79):

"Pensar en la educación científica como un acto de comunicación pone de relieve la continua y conjunta influencia de los conflictos cognitivos, sociales y culturales sobre el desarrollo de los procesos de pensamiento del alumnado. El aprendizaje se constituye en un proceso complejo en el que resultan fundamentales las relaciones que se establecen entre todos los miembros del aula,



entre mismo alumnado y entre profesorado y alumnado. Ello va unido, necesariamente, a entender la importancia de promover situaciones de aprendizaje que favorezcan la verbalización de las propias formas de pensar como camino de expresión de las diversas representaciones mentales de los componentes del aula. Algo que supone también abandonar un modelo de gestión de aula competitivo para situarse en un modelo de gestión colaborativo.”

Nesta perspectiva, assume relevância a aprendizagem cooperativa que assenta nos seguintes fundamentos (Johnson & Johnson, 1999; Fontes & Freixo, 2004):

- A *interdependência positiva* assenta no pressuposto de que o sucesso de cada elemento do grupo depende do sucesso do próprio grupo. Esta dependência mútua é criada quando se atribuem objectivos comuns ao grupo, se avalia em grupo o produto obtido, se dividem recursos e se negociam papéis.
- A *interacção cara-a-cara* permite favorecer as relações interpessoais de ajuda, suporte e reforço entre os elementos do grupo. Trata-se da criação de um sistema de apoio cognitivo e emocional em que cada elemento incentiva e apoia os restantes elementos do grupo tendo em vista a consecução dos objectivos do grupo.
- A *responsabilidade individual* ocorre quando se favorece o compromisso pessoal com o trabalho e objectivos comuns. Consiste na responsabilização de cada elemento do grupo pelos sucessos e insucessos obtidos.
- As *competências sociais* são exigidas a cada elemento do grupo, sendo essenciais, entre outras, a cooperação, a comunicação interpessoal, a tolerância e a capacidade de resolução de conflitos.
- A *avaliação do processo do trabalho de grupo* abrange a reflexão conjunta da consecução dos objectivos e da eficácia da relação entre os elementos do grupo tendo em vista a tomada de decisões para alcançar os objectivos comuns. Trata-se de avaliar e negociar conjuntamente os contributos e comportamentos que permitem auxiliar o grupo na consecução dos seus objectivos.

O sentimento de pertença a um grupo é um factor que favorece a aprendizagem (Martín & Moreno, 2007). Neste sentido, torna-se importante o desenvolvimento de um sentimento de confiança e segurança para que o aluno se sinta capaz de solicitar e dar apoio.

O Ensino Experimental Reflexivo pressupõe que as crianças assumam os seguintes papéis:

- “a) explicitam as suas ideias e modos de pensar sobre questões, problemas e fenómenos; b) argumentam e contra-argumentam entre si e com adulto quanto ao fundamento das suas ideias; c) submetem ideias e teorias pessoais à prova da evidência com recurso aos processos científicos; d) procedem a registos sistemáticos das suas observações e dados da evidência; e) avaliam criticamente o grau de conformidade das suas teorias, expectativas e previsões com as evidências; f)

negoceiam as diferentes perspectivas pessoais sobre as evidências tendo em vista a construção de significados enriquecidos e partilhados pelo maior número de alunos” (Sá, 2002: 47)

Os papéis apresentados evidenciam claramente uma perspectiva de ensino por mudança conceptual. Esta perspectiva de ensino tem origem nos trabalhos de Gaston Bachelard e de Jean Piaget:

“Segundo Piaget, nenhum conhecimento resulta de um simples registo de informação. Os conhecimentos são antes o resultado de uma estruturação, de uma reconstrução pelo sujeito. Segundo Bachelard, qualquer conhecimento é elaborado questionando conhecimentos anteriores que obstam amiúde ao mesmo.” (Thouin, 2008b: 99-100)

Esta perspectiva de ensino toma como ponto de partida as concepções alternativas do aluno:

“(…) falamos de ‘concepção’ quando nos referimos a representações pessoais, mais ou menos espontâneas, mais ou menos dependentes do contexto, mais ou menos solidárias de uma estrutura e que são compartilhadas por grupos de alunos. Adjectivamos o termo concepção com o termo alternativa para reforçarmos a ideia de que tais concepções não têm estatuto de conceitos científicos, que diferem significativamente destes, quer a nível de produto quer de processo de construção e que funcionam para o aluno, como alternativa aos conceitos científicos correspondentes.” (Santos, 1998: 96, sublinhado nosso)

As concepções alternativas são construções mentais espontâneas elaboradas pelo aluno num esforço consciente de explicar fenómenos, de dar sentido à experiência do quotidiano e aceites por ele como explicações válidas da realidade. São consideradas obstáculos epistemológicos que influenciam as observações e as interpretações que o aluno efectua (Santos, 1998). As concepções alternativas apresentam algumas características gerais: são pessoais e subjectivas, estruturadas, dotadas de coerência interna, persistentes e resistentes à mudança e pouco consistentes (Santos & Praia, 1992; Santos, 1998; Pereira, 2002). São concepções que se afastam do conhecimento considerado cientificamente aceite mas que, do ponto de vista da criança, explicam melhor as suas observações do dia-a-dia, tendo por isso um carácter pessoal e subjectivo pois dependem da forma como a criança se vê a si mesma e vê o mundo. As concepções alternativas vão-se estruturando de simples e isoladas para gerais e complexas de forma a responder a um maior número de experiências. São dotadas de alguma

coerência interna pois são sentidas pela criança como úteis e sensatas, tendo um valor significativo de acordo com os seus modelos de pensamento. Estas concepções estão enraizadas nas estruturas mentais da criança sendo assim persistentes e resistentes à mudança. Muitas vezes após a aprendizagem formal verifica-se uma regressão, voltando os alunos a manifestar concepções alternativas que já se pensavam ultrapassadas (Santos & Praia, 1992). As concepções alternativas têm ainda um carácter pouco consistente pois podem ser contraditórias: a criança pode utilizar a mesma concepção alternativa para explicar fenómenos diferentes e concepções alternativas diferentes para explicar o mesmo fenómeno.

As concepções alternativas podem ter diferentes origens: sensorial, social e analógica (Pozo, 1996). As concepções alternativas de origem *sensorial* são concepções espontâneas que se formam quando a criança tenta dar sentido às experiências do dia-a-dia e compreender o mundo que a rodeia recorrendo a processos sensoriais. As concepções alternativas de origem *social* são induzidas socialmente e consistem na assimilação de um conjunto de crenças sociais e culturais partilhadas pelo grupo social em que a criança se insere. As concepções alternativas de origem *analógica* formam-se quando a criança sente a necessidade de construir conhecimento acerca de uma área sobre a qual não possui qualquer ideia e para isso estabelece a analogia entre concepções que não sendo análogas lhe parecem úteis para dar sentido ao novo conhecimento.

Os papéis apontados para o aluno no Ensino Experimental Reflexivo (Sá, 2002), anteriormente enumerados, evidenciam também as principais fases de um modelo de mudança conceptual: identificação/consciencialização das concepções alternativas e criação do conflito cognitivo (v. Duarte & Faria, 1992; Santos, 2002). A abertura das crianças a novas concepções e, conseqüentemente, a construção do conhecimento científico, será potencializada com a promoção da consciencialização e desconstrução das concepções alternativas por elas perfilhadas desde os primeiros anos de escolaridade (Harlen, 1988). Esta desconstrução pode ser operacionalizada através do conflito cognitivo que tem origem em contextos de natureza diversa:

“ocorrem num aluno quando ele toma consciência das inconsistências existentes entre duas ou mais das suas próprias concepções. Por exemplo, um aluno pode dar-se conta que pensava que os objectos leves flutuavam e os objectos pesados se afundavam, mas o barco de travessia que apanhou durante as férias flutuava muito bem, apesar do seu peso enorme. (...) dão-se, num grupo, quando dois ou mais alunos se apercebem de que as suas concepções são diferentes. Podem

igualmente ocorrer quando um ou mais alunos se dão conta de que as suas concepções diferem das concepções geralmente aceites pela comunidade científica” (Thouin, 2008a: 100)

A mudança conceptual pode ser operacionalizada através de um modelo de ensino constituído pelas seguintes fases (Duarte & Faria, 1992):

1. Introdução
2. Identificação/Consciencialização das Concepções Alternativas
3. Exploração das Concepções Alternativas
4. Discussão das Concepções Alternativas
5. Reflexão
6. Aplicação.

Explicita-se, em seguida, a operacionalização de cada uma destas fases:

- a) *Introdução*: focaliza-se na promoção da motivação do aluno para o estudo do tema.
- b) *Identificação/Consciencialização das Concepções Alternativas*: esta fase implica a (re)activação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema em estudo, potencializando a tomada de consciência sobre as concepções alternativas que perfilham.
- c) *Exploração das Concepções Alternativas*: consiste na testagem das concepções alternativas perfilhadas pelos alunos.
- d) *Discussão das Concepções Alternativas*: incide na análise de evidências recolhidas, orientada para a modificação e/ou expansão das ideias anteriormente perfilhadas pelos alunos.
- e) *Reflexão*: incide na reflexão pelo próprio aluno sobre as ideias iniciais e sobre o processo de mudança/evolução das mesmas.
- f) *Aplicação*: consiste na aplicação das novas ideias a novas situações, permitindo relacionar a ciência com situações do quotidiano e monitorizar a (re)construção do conhecimento científico.

Este modelo deve ser entendido como um modelo flexível e interactivo dado que as fases propostas não são estanques, estando a sua operacionalização dependente da dinâmica criada na turma (Duarte & Faria, 1992). A mudança conceptual é um processo lento que supõe uma reorganização mental e que só pode ser realizada pelo próprio aluno (Moreno & Moreno, 1988). A reflexão do aluno sobre as suas ideias através da confrontação e comparação com as ideias dos outros alunos, proporcionada pelo diálogo criado no grupo turma, é essencial para a consciencialização das próprias ideias, da diversidade de ideias, tornando-o receptivo à mudança pois, ao reconhecer como inadequadas as suas explicações, sente a necessidade de desenvolver

tarefas que permitam avaliar as várias ideias (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002). O diálogo criado no grupo turma permite ainda a consciencialização para a importância do contributo e da cooperação de todos os alunos na construção de novos conhecimentos pelo Outro. A assunção de uma atitude reflexiva pelo aluno processa-se também aquando da avaliação que efectua das ideias por ele manifestadas anteriormente e posteriormente às fases de exploração e discussão das concepções alternativas. É um momento imprescindível para a tomada de consciência da ocorrência ou não da mudança conceptual e para a definição de estratégias que lhe permitam melhorar a aprendizagem.

A mudança conceptual é uma estratégia pedagógica que por incidir na (re)construção do conhecimento científico a partir da reflexão do aluno sobre os conhecimentos que já possui acerca de um determinado fenómeno científico, anteriormente ao ensino formal, e da exploração de situações promotoras do conflito cognitivo, possibilita o desenvolvimento da autonomia do aluno. A implementação das fases do modelo orientado para a mudança conceptual, anteriormente enumeradas, implica que o aluno mobilize e desenvolva um conjunto de competências promotoras da sua autonomia: diálogo, cooperação, auto-motivação, pensamento crítico e metacognição (Vieira & Coelho da Silva, 2009). O principal princípio pedagógico subjacente à mudança conceptual, entendido como condição que favorece uma pedagogia para a autonomia do aluno e do professor é: *Criar oportunidades para o suporte à autonomia cognitiva* (Vieira & Coelho da Silva, 2009). A mudança conceptual pressupõe a reflexão crítica sobre os conhecimentos prévios e a metacognição sobre o processo que conduziu à transformação das concepções alternativas para o conhecimento considerado cientificamente aceite. Implica que o aluno apresente razões justificativas para o modo como interpreta os fenómenos científicos, proponha estratégias para avaliar o seu conhecimento prévio e avalie a mudança/evolução conceptual experienciada. Estão ainda subjacentes à perspectiva de ensino por mudança conceptual outros princípios pedagógicos propiciadores de uma pedagogia para a autonomia: *Desenvolver a motivação intrínseca, Encorajar a orientação para a acção, Aceitar e favorecer a diferenciação da aprendizagem e Facultar oportunidades para aprender a aprender e auto-regulação* (Vieira & Coelho da Silva, 2009). O desenvolvimento da motivação do aluno implica que o professor desenvolva uma atmosfera em que os alunos se sintam à vontade para explicitar os seus conhecimentos prévios, valorizem a exploração do erro na aprendizagem e estejam predispostos a ouvir as ideias dos colegas, confrontando-as com as suas próprias visões.

A aprendizagem por mudança conceptual pressupõe envolver o aluno na idealização de estratégias que lhe permitam testar as suas concepções alternativas, na participação activa em tarefas orientadas para a confrontação das suas ideias com evidências científicas, na negociação das diferentes perspectivas pessoais tendo em vista a construção do conhecimento científico, na monitorização da (re)construção do conhecimento científico e na planificação de estratégias de melhoria com base na monitorização efectuada. O facto de, numa turma, se verificarem diferentes concepções alternativas perfilhadas por diferentes alunos implica que o processo de ensino contemple uma análise global e individualizada dessas concepções e do percurso de aprendizagem experienciado por cada aluno.

O ensino por mudança conceptual é uma perspectiva de ensino que toma o conhecimento substantivo como o enfoque primordial da aprendizagem. Neste sentido, a promoção da consciencialização da aprendizagem é concretizada através de processos de metacognição focalizados, essencialmente, na mudança/evolução do conhecimento substantivo. No entanto, não significa que seja incompatível com a promoção da competência de aprender a aprender que, na perspectiva de Alonso, Roldão & Vieira (2006), contempla uma dimensão metacognitiva, através de operações de planificação, monitorização e avaliação, e uma dimensão sócio-afectiva, através da promoção de atitudes intra e interpessoais potencializadoras de uma aprendizagem motivada e responsável. Neste âmbito, compete ao professor estimular o exercício do pensar, a interrogação/problematização, o incentivo à interacção e confronto de ideias e a promoção da cooperação na construção do conhecimento (Vieira & Coelho da Silva, 2009). Trata-se de auxiliar o aluno a *aprender a pensar*, o que requer um esforço pessoal do aluno, em contexto colaborativo, resultando daí possíveis reorganizações cognitivas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

O Ensino Experimental Reflexivo pressupõe a valorização do trabalho experimental:

“o ensino das ciências não deve ignorar a sua vertente experimental, dado que esta é um dos pilares da ciência e uma educação científica sem trabalho experimental falha em reflectir a sua verdadeira natureza.” (Afonso, Neves e Morais, 2005: 5).

“O trabalho experimental concebido como uma actividade de natureza investigativa, baseada num processo cooperativo de resolução de problemas, pode desempenhar um papel fulcral na criação desses contextos [que facilitem a reestruturação e/ou reconstrução dos seus saberes e capacidades], na medida em que proporciona situações de debate e de confronto de ideias e saberes, conceptuais e processuais, ao nível da compreensão do problema de partida, ao nível da

concepção do plano experimental, bem como ao nível da execução do plano e avaliação do processo.” (Almeida, 1998: 4-5)

O trabalho experimental comporta finalidades específicas da Educação em Ciências e finalidades transversais a todas as áreas do conhecimento escolar, sintetizadas por Lopes (1995 *in* Santos 2002: 49):

- “1 - Desenvolver no aluno capacidades e atitudes associadas à resolução de problemas em Ciência, transferíveis para a vida quotidiana, tais como: Espírito criativo, nomeadamente a formulação de hipóteses; Observação; Tomada de decisão acerca de material; variáveis a controlar; procedimentos, técnicas e segurança; organização e tratamento de dados, etc; Espírito crítico e de curiosidade; Responsabilidade; Autonomia e persistência.
- 2 - Familiarizar os alunos com as teorias, natureza e metodologia da Ciência e ainda com a relação Ciência–Tecnologia–Sociedade.
- 3 - Levantar as conceptualizações alternativas do aluno e promover o conflito cognitivo com vista à sua mudança conceptual.
- 4 - Desenvolver no aluno o gosto pela Ciência, em geral, e pela disciplina e/ou conteúdos em particular.
- 5 - Desenvolver no aluno capacidades psicomotoras, com vista à execução e rigor técnico das actividades realizadas.
- 6 - Promover no aluno atitudes de segurança na execução de actividades de risco, transferíveis para a vida quotidiana.
- 7 - Promover o conhecimento do aluno sobre o material existente no laboratório e associá-lo às suas funções.
- 8 - Proporcionar ao aluno a vivência de factos e fenómenos naturais.
- 9 - Consciencializar o aluno para intervir, esclarecidamente, na resolução de problemas ecológicos/ambientais.
- 10 - Promover a socialização do aluno (participação, comunicação cooperação, respeito, entre outras) com vista à sua integração social.”

A assunção destas finalidades implica que o trabalho experimental não se restrinja a demonstrações, simulações ou actividades laboratoriais de constatação, comprovação ou verificação dos conceitos já transmitidos.

As actividades laboratoriais podem ser de vários tipos, definidos de acordo com o objectivo primordial que permitem atingir. Por exemplo, de acordo com a tipologia de Coelho da Silva & Leite (1997), as actividades laboratoriais podem ser classificadas em:

- 1) Exercícios;
- 2) Experiências para a aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos;
- 3) Experiências ilustrativas;
- 4) Experiências orientadas para a determinação do que acontece;
- 5) Investigações;
- 6) Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho laboratorial apresentado;
- 7) Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho laboratorial a ser definido pelo aluno.

O principal objectivo dos *Exercícios* é a aquisição do conhecimento procedimental (Coelho da Silva & Leite 1997). Estes têm um carácter especialmente orientado e a ênfase é colocada na aprendizagem de procedimentos ou destrezas (Coelho da Silva, 2000; Caamaño, 2003).

As *Experiências para a aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos* são actividades que recorrem aos órgãos dos sentidos para permitir a aquisição de uma percepção acerca da natureza dos fenómenos (Coelho da Silva, 2000). Estas experiências promovem o reforço do conhecimento conceptual (Coelho da Silva & Leite, 1997).

As *Experiências ilustrativas* são actividades realizadas após a construção do conhecimento científico tendo como objectivo a confirmação do conhecimento já estudado (Coelho da Silva & Leite, 1997; Coelho da Silva, 2000).

As *Experiências orientadas para a determinação do que acontece* têm como primordial objectivo a construção do conhecimento conceptual (Coelho da Silva & Leite, 1997). São actividades que embora permitindo a construção do conhecimento científico pelo próprio aluno a partir da análise de dados não têm em consideração o conhecimento prévio do aluno (Coelho da Silva, 2000). Contudo, abordadas segundo uma perspectiva construtivista, estas actividades podem ser transformadas de forma a explorar as ideias dos alunos ao pedir-lhes que interpretem observações, podendo também ser criado conflito cognitivo pela confrontação entre as ideias prévias dos alunos e as evidências da experiência, podem ainda ser utilizadas actividades deste tipo para consolidar as novas aprendizagens em contextos diferentes e para avaliar o processo de mudança conceptual em relação ao determinado fenómeno (Caamaño, 2003).

As *Investigações* oferecem a oportunidade ao aluno de trabalhar na resolução de problemas como trabalham os cientistas, familiarizando-se assim com procedimentos e destrezas inerentes ao trabalho científico (Coelho da Silva, 2000; Caamaño, 2003). As Investigações podem diferenciar-se de acordo com o tipo de problema: problemas teóricos e problemas práticos. Nas Investigações para resolução de problemas teóricos o problema pode



surgir de uma hipótese construída a partir de um modelo teórico com o qual se pretende interpretar determinado fenómeno. Nas Investigações para resolução de problemas práticos os problemas surgem a partir do contexto do dia-a-dia (Caamaño, 2003). Estas investigações ocorrem no âmbito CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

As actividades laboratoriais do tipo *Prevê-Observa-Explica-Reflecte* estão especificamente orientadas para a (re)construção do conhecimento conceptual (Coelho da Silva & Leite, 1997). Neste tipo de actividades o procedimento laboratorial pode estar definido ou ser solicitado o seu desenho ao aluno. Quando o aluno desenha um procedimento laboratorial recorre ao conhecimento substantivo e processual para construir a própria aprendizagem tornando-se parte activa no processo de aprendizagem (Coelho da Silva, 2000).

Importa salientar que tanto as actividades do tipo *Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho experimental a ser definido pelo aluno* como as *Investigações* permitem desenvolver a maioria das capacidades e competências essenciais ao trabalho do cientista, enquanto que, as restantes, permitem desenvolver apenas uma pequena parte dessas capacidades e competências (Coelho da Silva & Leite, 1997).

As actividades laboratoriais-experimentais são também um meio passível de contribuir para o desenvolvimento dos processos científicos. Estes são parte integrante da educação em Ciências e, por esta razão, as crianças deverão ter contacto com actividades que os permitam operacionalizar e desenvolver (Pereira, 2002). Esta aprendizagem, podendo ser potencializada através do trabalho laboratorial, não decorre da simples descrição ou mera ilustração de procedimentos científicos mas está dependente do envolvimento da Criança em tarefas educativas que lhes permitam a sua concretização (Pereira, 2002). Perante a diversidade de propostas de tipologias de processos científicos (v. Pereira 2002; Sá 2002; Martínés Losado & García Barros, 2003; e Afonso 2008), consideram-se no presente texto os seguintes: problematização, previsão, observação, medição, classificação, seriação, pesquisa de informação, análise, comunicação e experimentação.

A *problematização* consiste na formulação de problemas, na distinção entre questões investigáveis e não investigáveis e na transformação destas últimas nas primeiras (Afonso, 2008).

A *previsão* consiste na explicitação do que se espera que aconteça (Pereira, 2002; Sá 2002). A previsão assenta em conhecimentos prévios, em inferências retiradas de observações

ou em hipóteses anteriormente construídas. Facilmente confundida pelas crianças com a tentativa de adivinhar, é essencial que a previsão seja fundamentada e reflectida (Sá, 2002; Afonso, 2008).

A *observação* consiste na identificação e descrição das propriedades de objectos e fenómenos através do uso dos vários órgãos dos sentidos. (Sá, 2002; Pereira, 2002; Afonso, 2008; Thouin, 2008). Não é um exercício meramente mecânico que permita reproduzir o que se vê:

“La observación en la actividade científica implica mirar las entidades (objectos, hejos o fenómenos) com unas ‘gafas’ específicas que permitan relacionar los diferentes factores observados en un marco de conocimiento, construir ideas y plantear nuevos problemas. La observación, desde esta perspectiva, constituye un verdadero ejercicio intelectual y no un simple hecho sensorial.” (Pujol, 2007: 112)

A observação poderá exigir o recurso a instrumentos auxiliares como, por exemplo, lupa, microscópio, termómetro, e implicar o recurso a medições para, através da determinação de regularidades, efectuar comparações.

A *medição* permite efectuar comparações, determinar regularidades e estabelecer relações quantitativas (Sá, 2002; Afonso, 2008). É um processo científico que está frequentemente associado ao processo de observação, tornando-a mais válida e rigorosa. A exploração educativa deste processo científico inicia-se pela utilização de diferentes unidades de medida em diferentes contextos (pé, mão, lápis...) até que as crianças sejam capazes de escolher as unidades de medida padronizadas e apropriadas para determinada propriedade. Este processo é mobilizado quando, por exemplo, se implementa uma tarefa que implica a quantificação do volume de água deslocado por um objecto que afunda e por um objecto com o mesmo peso que flutua.

A *classificação* consiste em agrupar objectos de acordo com as suas propriedades. (Sá, 2002; Afonso, 2008). De uma forma progressiva, os alunos devem ser incentivados a classificar objectos segundo critérios escolhidos por eles e a desenvolver sistemas de classificação. A título de exemplo, pode-se referir a tarefa de agrupar seres vivos de acordo com o tipo de pele (nua, escamas, penas ou pelos).

A *seriação* é a ordenação dos objectos segundo o grau que possuem de determinada propriedade (Pereira, 2002; Afonso, 2008). A título de exemplo, refere-se a ordenação de

recipientes com o mesmo tamanho e a mesma largura em função da quantidade de líquido neles contida.

A *pesquisa de informação* consiste na procura, selecção e organização de informação (Pinheiro, Carvalho & Coelho da Silva, 2011). A operacionalização da pesquisa de informação exige numa fase inicial a indicação de orientações sendo progressivamente transferida para o aluno a decisão do modo de a executar. A pesquisa de informação prevê, ainda, um processo de monitorização através da reflexão sobre a adequação da tarefa aos objectivos estipulados e, no caso de se mostrar necessário, a reestruturação da estratégia seguida.

A *análise* consiste na interpretação da informação recolhida (Pereira, 2002; Afonso, 2008). Esta interpretação é essencial para que o aluno consiga compreender os dados obtidos experimentalmente, atribuindo-lhes significado e extraindo conclusões válidas.

A *comunicação* assenta no relato de procedimentos, na descrição de observações, no registo de interpretações e na partilha de conclusões (Sá, 2002; Pereira, 2002; Afonso, 2008). Estas operações auxiliam o aluno na construção de ideias. O registo ajuda a focalizar a observação ao mesmo tempo que evita esquecimentos de alguns detalhes que se podem revelar importantes. A confrontação de diferentes perspectivas é fundamental para o desenvolvimento de uma atitude crítica face às próprias ideias e convicções. A comunicação ocorre quando os alunos debatem as suas previsões e interpretações no pequeno grupo, no grupo-turma e quando descrevem aos restantes elementos da turma o procedimento laboratorial executado e os resultados obtidos.

A comunicação e a linguagem que intimamente lhe está associada são fulcrais no processo de construção do conhecimento científico:

“(…) el lenguaje y la comunicación son parte sustancial del trabajo científico. Por una parte, la interpretación de los datos se lleva a cabo a través del lenguaje, sea en forma de explicaciones verbales o escritas, sea mediante otros lenguajes. (...) En el caso de equipos de investigación, las discusiones, conversaciones e informes escritos – discurso –, son, como analizan Latour y Woolgar (1995) procesos que los científicos y científicas transforman datos, dando significado a sus observaciones. Por otra parte, la comunicación es necesaria tanto entre los miembros de un equipo como hacia otros equipos, pues sin esa difusión de ideas nuevas no pueden generar otras investigaciones.” (Jiménez Aleixandre, 2003: 56)

A *experimentação* consiste na planificação e avaliação de experiências (Pinheiro, Carvalho & Coelho da Silva, 2011). Este processo científico implica a negociação em grupo de sentidos e

decisões. Pressupõe a assunção de uma atitude reflexiva necessária à explicitação das razões individuais que suportam a decisão de cada elemento do grupo na definição das várias fases laboratoriais na tomada de consciência dos procedimentos mais adequados à implementação de uma determinada actividade experimental e no desenvolvimento da capacidade de, perante as dificuldades sentidas, planificar estratégias para as ultrapassar. As actividades *Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho laboratorial definido pelo aluno* exploram particularmente a operacionalização deste processo científico na medida em que compete ao aluno planificar e avaliar experiências.



### **III – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DE INVESTIGAÇÃO**

#### **Introdução**

Inicia-se este capítulo com uma descrição global do estudo. Em seguida, apresenta-se a intervenção pedagógica nele desenvolvida, idealizada e concebida com o objectivo de promover, de modo integrado, a (re)construção do conhecimento científico e o desenvolvimento da autonomia do aluno. Esta segunda secção apresenta a seguinte estrutura: a) explicitação sucinta do quadro teórico em que a intervenção pedagógica está alicerçada, b) descrição do modo de implementação da intervenção pedagógica, c) explicação da estrutura das actividades de aprendizagem, e d) explicitação dos processos científicos passíveis de serem desenvolvidos. Por fim, na última secção descrevem-se as opções metodológicas de investigação adoptadas, efectuando-se, primeiramente, uma caracterização sumária do grupo de alunos participantes no estudo e terminando com a apresentação dos procedimentos de recolha e análise da informação que possibilitaram a avaliação da estratégia de intervenção pedagógica.

#### **3.1. Plano geral do estudo**

O presente estudo consistiu na idealização, concepção, implementação e avaliação educativa de uma estratégia de intervenção pedagógica no âmbito da área curricular disciplinar de Estudo do Meio do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do Ensino Básico. Perfilhando-se uma perspectiva de Educação como “um espaço de emancipação (inter)pessoal e transformação social” (Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007), a estratégia de intervenção pedagógica assentou nos pressupostos de que a Educação em Ciências é um espaço de desenvolvimento de capacidades de pensamento (criativo, crítico, metacognitivo, ...) conducentes à (re)construção do conhecimento científico e à promoção da autonomia dos alunos e de que, neste âmbito, as actividades laboratoriais-experimentais constituírem um tipo de actividades de aprendizagem que poderão dar um contributo relevante porque são passíveis de permitir o desenvolvimento integrado de competências disciplinares, específicas de uma dada área do saber, e da competência de Aprender a Aprender, transversal a diferentes contextos educativos. A conceptualização desta última competência assenta no conceito de regulação da aprendizagem

(v. Alonso, Roldão & Vieira, 2006) e de aprendizagem metacognitiva (v. Martín & Moreno, 2007).

A intervenção pedagógica incidiu na abordagem do tópico *Mudanças de Estado Físico* do bloco de aprendizagem *À Descoberta dos Materiais e Objectos* através da exploração de quatro actividades de aprendizagem (Anexos 1, 2, 3 e 4). Esta intervenção, alicerçada numa perspectiva educativa de cariz sócio-construtivista, incluiu a exploração das ideias prévias dos alunos e a criação de momentos de debate em pequenos grupos e no grupo turma que conjuntamente permitiram a negociação pessoal e interactiva de ideias necessária à mudança/evolução conceptual. O enfoque da intervenção pedagógica no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender, a implementação num cenário educativo de cooperação através do trabalho de grupo e a ênfase atribuída à comunicação pelo diálogo inter-pares estão em concordância com as principais finalidades atribuídas pela investigação em educação para a Educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico (v. Pujol, 2007).

A idealização e concepção de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento da autonomia do aluno deu origem a actividades de aprendizagem caracterizadas pela integração de tarefas de natureza diversificada - tarefas de *cariz laboratorial* e tarefas de *lápiz e papel* – que conjugadas permitem a aprendizagem integrada de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender. Estas últimas tarefas envolvem operações de natureza metacognitiva e centram-se na reflexão sobre os processos de ensino e de aprendizagem e sobre as atitudes intra e interpessoais assumidas pelos próprios alunos no decorrer do processo educativo.

A avaliação da intervenção pedagógica consistiu na análise do impacto das actividades de aprendizagem no desenvolvimento de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender, na identificação das dificuldades sentidas pelos alunos durante a consecução das tarefas e na identificação das vantagens e/ou desvantagens educativas apontadas pelos alunos à implementação de uma estratégia de cariz sócio-afectiva - o trabalho de grupo. Tomou como instrumentos de investigação as tarefas de aprendizagem realizadas pelos alunos (Anexos 1, 2, 3 e 4) e um questionário global de avaliação final (Anexo 6). A análise das tarefas de aprendizagem incidiu na análise de conteúdo (v. Bardin, 2004; Esteves, 2006) de acordo com categorias de resposta definidas *a priori* e recursivamente à interpretação das respostas dos alunos tendo por base categorias já utilizadas em outros estudos (v. Coelho da Silva, 1996; Coelho da Silva, 1998; Costa, 1996; Freitas, 2003; Freitas, 2005). O procedimento qualitativo foi conjugado com procedimentos quantitativos, através do cálculo de frequências e

percentagens, com o intuito de determinar tendências e regularidades:

“ (...) a análise de conteúdo não tem em vista somente a descrição de uma comunicação: dá-se realce ao papel da inferência – passível de ser efetuada com base em indicadores de frequência”  
(Pardal & Lopes, 2011: 95)

O procedimento adoptado na análise das tarefas de aprendizagem foi também o seguido na análise do questionário global de avaliação final.

### **3.2. Estratégia de Intervenção pedagógica**

A presente secção apresenta sumariamente a fundamentação teórica em que assenta o estudo e incide, principalmente, na descrição da estratégia de intervenção pedagógica. Esta intervenção foi efectuada na área curricular disciplinar de Estudo do Meio, com uma turma do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do Ensino Básico, no ano lectivo de 2009/2010. Incidiu na exploração do assunto *Efeito da Temperatura sobre a Água* do bloco de aprendizagem *A Descoberta dos Materiais e Objectos*.

Em primeiro lugar, efectua-se o enquadramento da intervenção pedagógica na perspectiva de ensino-aprendizagem adoptada. Segue-se a descrição das actividades de aprendizagem idealizadas e concebidas com o objectivo de promover a (re)construção do conhecimento científico e o desenvolvimento da autonomia do aluno. Estas actividades caracterizam-se pela conjugação de tarefas de cariz laboratorial-experimental com tarefas de lápis e papel direccionadas para o desenvolvimento de competências transversais/transferíveis. É ainda, explicitada a relação entre as quatro actividades de aprendizagem e justificada a sua relevância na consecução dos objectivos de aprendizagem definidos.

#### **3.2.1. Perspectiva educacional subjacente à estratégia de intervenção pedagógica**

A estratégia de intervenção pedagógica implementada assenta numa perspectiva de ensino-aprendizagem de cariz sócio-construtivista (v. Fosnot, 1999; Costa Pereira, 2007), segundo um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual (v. Duarte & Faria, 1992; Driver & Oldham, 1995), em conjugação com os pressupostos de uma pedagogia para a autonomia em contexto escolar (v. Vieira, 1998; Jiménez Raya, Lamb & Vieira, 2007). Assume a



mudança conceptual como uma estratégia passível de promover a autonomia do aluno (v. Vieira & Coelho da Silva, 2009). Assenta, também, na assunção do trabalho laboratorial como uma via promotora da compreensão dos fenómenos científicos e do trabalho de grupo como um meio facilitador da (re)construção do conhecimento científico. Estes princípios são operacionalizados principalmente através da implementação de actividades de aprendizagem que integram tarefas de natureza diversificada: *experimentação laboratorial, reflexão, cooperação e comunicação*. Assim, a identidade das actividades de aprendizagem está na promoção integrada da competência de Aprender a Aprender e das competências específicas do domínio do saber da área curricular em que se enquadram. Estas actividades assentam numa visão do trabalho laboratorial em que este assume um papel mais alargado do que aquele que tradicionalmente costuma assumir, traduzida nos seguintes pressupostos:

- "1. As actividades laboratoriais são passíveis de abordagens orientadas para o desenvolvimento da autonomia do aluno.
2. O trabalho laboratorial não é visualizado como uma actividade isolada, encerrada na observação e experiência, mas visto como parte de uma actividade mais lata em que a aprendizagem final resulta da conjugação de tarefas de natureza diversificada. Associado à observação e à experiência estarão tarefas como a pesquisa bibliográfica, a comunicação de informação, o trabalho cooperativo, etc.." (Coelho da Silva, 2009: 1)

As actividades de aprendizagem estão também estruturadas de modo a possibilitar a aprendizagem de processos científicos (v. Pereira, 2002; Sá, 2002; Afonso, 2008; Pinheiro, Carvalho & Coelho da Silva, 2011). Esta abordagem está em consonância com as directrizes apontadas nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem do 1º ciclo do Ensino Básico que assinalam a experimentação de alguns processos científicos:

"Utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar, verificar), assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação." (DEB-ME, 2006: 103; sublinhado nosso)

"Utilizar diferentes modalidades para comunicar a informação recolhida." (*op. cit.*: 103; sublinhado nosso)

"(...) pretende-se fundamentalmente com este bloco desenvolver nos alunos uma atitude de permanente experimentação com tudo o que isso implica: observação, introdução de modificações, apreciação dos efeitos e resultados, conclusões." (*op. cit.*: 123; sublinhado nosso)

Neste conjunto de orientações educativas, destaca-se a promoção da aprendizagem dos processos científicos *Problematização, Observação, Análise e Comunicação*.

### **3.2.2. Descrição da implementação da intervenção pedagógica**

A intervenção pedagógica teve lugar no terceiro período do ano lectivo de 2009/2010. A sua implementação contou com a autorização do Conselho Executivo do Agrupamento de Escolas de Vila D'Este e a concordância e apoio dos Pais/Encarregados de Educação após terem sido informados dos objectivos, do contexto, da relevância educativa do estudo e do plano metodológico de acção.

A intervenção pedagógica consistiu na implementação sequencial de quatro actividades de aprendizagem (Act Ap) que, no âmbito do tópico *Mudanças de Estado Físico*, assentam nos seguintes problemas (Anexos 1, 2, 3 e 4):

- Act Ap 1: *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?*
- Act Ap 2: *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*
- Act Ap 3: *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*
- Act Ap 4: *Porque se adiciona sal à neve?*

Estas actividades foram implementadas durante quatro semanas consecutivas. Cada actividade ocupou um dia por semana, durante o período de, aproximadamente, duas horas e trinta minutos.

Num momento anterior à implementação destas actividades de aprendizagem, foi efectuada, através de diálogo orientado pela professora-investigadora, a revisão de conceitos já explorados e necessários para a análise dos problemas em estudo. Neste âmbito, foram explorados os diferentes estados físicos (sólido, líquido e gasoso) em que a matéria se pode encontrar. Assim, foi solicitado aos alunos a pesquisa de imagens da água na natureza em diferentes locais (mares, rios, glaciares, etc.) e ilustrativas dos diferentes estados físicos da matéria que, posteriormente, foram interpretadas no grupo turma. Esta análise foi complementada com a interpretação de situações, também pesquisadas pelos próprios alunos, sobre a utilização pelo Homem, para seu benefício, da água nos diferentes estados físicos: sólido (gelo para refrescar bebidas, neve em actividades de lazer, etc.); líquido (beber, higiene diária,

rega, etc.); e gasoso (vapor de água para movimentar máquinas, etc.). Esta tarefa teve como objectivo potencializar a motivação dos alunos e promover a compreensão de interações *conhecimento científico - quotidiano do cidadão*, numa perspectiva educativa Ciência–Tecnologia–Sociedade (v. Fontes & Silva, 2004). Foram, ainda, desenvolvidas algumas actividades laboratoriais-experimentais que permitissem ao aluno a familiarização com este tipo de actividades de aprendizagem e o desenvolvimento das capacidades dos processos científicos. A título de exemplo, assinala-se a implementação de uma actividade laboratorial-experimental sobre a solubilidade de diferentes materiais na água. Nesta actividade, os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver os processos científicos *Previsão, Observação, Medição, Análise e Comunicação*.

A implementação das actividades de aprendizagem foi sempre iniciada com a leitura pelos alunos da secção *Introdução*, seguida de um diálogo, orientado pela professora-investigadora, com o objectivo de promover a compreensão dos alunos acerca das aprendizagens que se esperava que desenvolvessem e, conseqüentemente, do papel que deveriam desempenhar, da estrutura e modo de execução da actividade de aprendizagem. Deste modo, reforçou-se a operacionalização do princípio pedagógico da Transparência (v. Vieira *et al.*, 2002) já patente na explicitação dos objectivos de aprendizagem na fase *Introdução* de cada uma das actividades de aprendizagem. As tarefas seguintes envolveram momentos de resolução individual, momentos de resolução em pequeno grupo e momentos de discussão no grupo turma propiciadores de negociação de ideias. Nos momentos de resolução individual e pequeno grupo, a professora-investigadora forneceu o apoio necessário de acordo com as solicitações individuais e/ou de grupo, tendo tido a preocupação de conduzir os alunos na definição da solução para as suas dificuldades. A discussão no grupo turma foi orientada pela professora-investigadora através da promoção do diálogo professora-alunos e alunos-alunos, envolvendo a participação dos vários alunos e dos vários grupos de trabalho em diferentes momentos e possibilitando, assim, a desconstrução das ideias dos alunos, a confrontação de diferentes perspectivas, essenciais à (re)construção do conhecimento científico. A professora-investigadora teve, ainda, o cuidado de sensibilizar os alunos para a rotatividade de papéis na execução do procedimento laboratorial ao longo das quatro actividades de aprendizagem, tentando criar um cenário educativo que desse a oportunidade a todos os alunos de desenvolverem competências processuais.

A actividade de aprendizagem *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* foi implementada em segundo lugar. Esta actividade distingue-se das restantes

porque implica a planificação de um procedimento laboratorial para dar resposta ao problema de partida. Esta tarefa exige que o aluno já tenha construído o significado de procedimento laboratorial, sabendo quais são os passos que ele comporta. Assim, implica que já tenha executado previamente actividades laboratoriais em que o procedimento laboratorial tenha sido fornecido. Embora os alunos já tivessem realizado outras actividades laboratoriais-experimentais anteriormente à execução destas quatro actividades de aprendizagem, consideraram-se estas como um conjunto em que a sua implementação deveria ser efectuada de uma forma gradativa em função do seu grau de complexidade.

A implementação da actividade de aprendizagem *Porque se adiciona sal à neve?* foi precedida da análise de uma notícia da imprensa escrita nacional – Jornal de Notícias – do dia 11 de Janeiro de 2010 (Anexo 5). Esta notícia dá conta da ocorrência de condições climáticas extremas – nevão – em diversas localidades de Portugal. Refere algumas consequências deste nevão para a população, enfatizando a interrupção de várias estradas na região de Trás-os-Montes e a adopção de algumas medidas para colmatar os perigos decorrentes deste nevão como, por exemplo, a colocação de sal nas estradas. A utilização desta notícia teve como objectivo motivar os alunos para a actividade de aprendizagem acima referida e estabelecer a relação da temática em estudo da área curricular disciplinar de Estudo do Meio com o quotidiano do cidadão. Esta actividade foi implementada em último lugar por se considerar que exige os conhecimentos anteriormente explorados nas outras actividades de aprendizagem.

Terminou-se a exploração do tópico científico em estudo com a implementação de uma tarefa de reconstituição do ciclo da água pelo próprio aluno e com a análise da questão *‘Quando tomamos banho na praia, passado algum tempo estamos secos outra vez. O que aconteceu à água no nosso corpo?’* seleccionada a partir de um outro estudo de intervenção pedagógica no primeiro ciclo do ensino Básico (v. Freitas, 2003).

### **3.2.3. Estrutura das actividades de aprendizagem**

A estratégia de intervenção pedagógica incidiu fundamentalmente na exploração de quatro actividades de aprendizagem no âmbito do assunto *Efeito da Temperatura sobre a Água* (Anexos 1, 2, 3 e 4). Estas actividades incluem, para cada questão, um espaço destinado ao registo da resposta do aluno, considerado imprescindível para que este possa compreender o trajecto percorrido na construção do conhecimento científico, isto é, a mudança e/ou evolução

conceptual operada. A operacionalização da negociação pessoal de ideias através da comparação pelo aluno do modo como, nos momentos inicial e final da actividade de aprendizagem, interpreta o fenómeno científico em estudo exige que ele possa recorrer a um registo que lhe permita relembrar as ideias perfilhadas nos diferentes momentos. Esta opção fundamenta-se também no pressuposto de que o ensino das Ciências é um suporte ao desenvolvimento da capacidade de escrita e que esta facilita a aprendizagem das Ciências:

“a redacção é o vector mediante o qual o aluno estrutura os seus saberes (toma notas, sintetiza informações, revê conhecimentos, etc.) e mostra a segurança das suas aquisições (responde a perguntas, redige um trabalho de casa, etc.). (...) [uma criança] deve também ser capaz de reunir as informações (as «ideias») de que necessita, de as ordenar segundo as normas do tipo de texto que tem em vista, de encontrar a linguagem que convém à sua expressão. Para adquirir estas competências, deve ser regularmente colocada em situações de comunicação (ou de trabalho intelectual) que exijam a escrita (...).” (Charpak, 1997: 159)

“(...) o hábito regular de escrita, pessoalmente construída pelo aluno, a propósito de actividades experimentais, constitui uma estratégia altamente reflexiva, que eleva os níveis de compreensão de cada tópico científico em estudo, produzindo-se assim frutuosas sinergias entre as aprendizagens em ciência e o desenvolvimento da linguagem escrita.” (Sá & Varela, 2007:11-12)

As actividades de aprendizagem caracterizam-se pela conjugação de tarefas de natureza laboratorial e tarefas de lápis e papel que, no seu conjunto, permitem a exploração integrada de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender. As competências disciplinares passíveis de serem desenvolvidas são:

- a) a compreensão do efeito da temperatura no estado físico da água;
- b) a capacidade de execução de processos científicos;
- c) a capacidade de mobilizar os processos científicos na construção do conhecimento científico.

Os processos científicos passíveis de serem desenvolvidos são os seguintes: *Previsão, Observação, Medição, Análise, Comunicação e Experimentação*.

Todas as actividades de aprendizagem incluem as seguintes fases:

Fase 1: Introdução

Fase 2: As Minhas Ideias

Fase 3: Vamos Experimentar

Fase 4: Vamos Reflectir

Assinala-se, ainda, a operacionalização de uma outra fase, designada por *Vamos Comunicar*, presente apenas na primeira actividade *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?* (Anexo 1).

A primeira fase das actividades de aprendizagem - *Introdução* - incide na apresentação do problema/situação problemática que está na origem do conhecimento que se pretende (re)construir, na clarificação dos objectivos de aprendizagem que se pretende desenvolver, e na explicitação da estrutura e do modo de resolução da actividade. A integração de secções introdutórias desta natureza nas actividades de aprendizagem é um modo de concretizar o princípio pedagógico da Transparência, definido no âmbito da educação como um espaço de emancipação e transformação (inter)pessoal dos sujeitos (v. Vieira *et al.*, 2002). Tem o propósito de consciencializar o aluno para o seu papel na aprendizagem e promover a sua compreensão sobre o que vai aprender e como vai aprender. A explicitação dos objectivos de aprendizagem assume um papel relevante na orientação do comportamento do aluno, enquanto padrão da sua auto-avaliação, possibilitando-lhe uma aprendizagem mais autónoma e auto-regulada (Lopes da Silva *et al.*, 2004).

A definição das fases – 1: *Introdução* e 2: *As Minhas Ideias* - assenta no pressuposto de que a (re)construção do conhecimento científico não tem origem na observação/experimentação mas na análise de problemas/situações problemáticas e dos conhecimentos perfilhados pelos alunos previamente à recolha e análise de dados laboratoriais. É adoptada a perspectiva de Bachelard sobre o papel da problematização na criação científica: “todo o conhecimento é uma resposta a uma pergunta” (2006<sup>1</sup>: 21). Os problemas explorados nas quatro actividades de aprendizagem (Act Ap) foram, respectivamente, os seguintes:

- Act Ap 1: *Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?*
- Act Ap 2: *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*
- Act Ap 3: *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*
- Act Ap 4: *Porque se adiciona sal à neve?*

---

<sup>1</sup> Edição original: 1938

Os objectivos de aprendizagem incidem não só no desenvolvimento de competências disciplinares mas também no desenvolvimento de competências transversais/transferíveis (v. Costa Pereira, 2007), integrando-se neste último grupo a competência de Aprender a Aprender. Apresenta-se, em seguida, um exemplo dos objectivos enumerados na fase 1 – *Introdução* – das actividades de aprendizagem:

#### INTRODUÇÃO (Act Ap1)

Com esta actividade pretendo:

- Identificar o efeito da temperatura no estado físico da água líquida;
- Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões, ...);
- Melhorar a minha capacidade de descrever as tarefas que realizo nas aulas;
- Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.

Os objectivos de aprendizagem do domínio disciplinar diferem nas várias actividades de aprendizagem em função do enfoque dos conhecimentos substantivo e processual nelas contemplados, como se pode verificar na listagem a seguir apresentada:

- ✓ Melhorar a minha capacidade de descrever as tarefas que realizo nas aulas (Act Ap 1);
- ✓ Melhorar a minha capacidade de efectuar registos de observações (Act Ap 2);
- ✓ Identificar o efeito da temperatura no estado físico da água líquida (Act Ap 1);
- ✓ Compreender o comportamento da água quando sujeita a alterações de temperatura (Act Ap 2);
- ✓ Identificar o efeito da mudança de estado físico na massa da água (Act Ap 3);
- ✓ Identificar o efeito da mudança de estado físico no volume da água (Act Ap 3);
- ✓ Verificar se há diferença entre a solidificação de uma substância pura e de uma mistura de substâncias (Act Ap 4).

Os objectivos de aprendizagem do domínio da competência de Aprender a Aprender são comuns às quatro actividades de aprendizagem. São os seguintes:

- ✓ Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões ...);
- ✓ Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.

A primeira fase - *Introdução* - inclui ainda a explicitação da estrutura e do modo de execução da actividade, dando, assim, continuidade à concretização do princípio pedagógico da

Transparência (v. Vieira *et al.*, 2002). Apresenta-se em seguida, a título de exemplo, as indicações fornecidas na primeira actividade de aprendizagem.

#### INTRODUÇÃO (Act Ap 1)

Esta actividade é constituída por várias tarefas. Algumas são para realizares individualmente e outras para executares em grupo, conforme está a seguir indicado.

Fase	Resolução	Designação	Momento de...
1	Grupo	Introdução	Conhecer o que vamos fazer
2	Individual	As Minhas Ideias	Mostrar o que já sabes
3	Grupo	Vamos Experimentar	Recolher e analisar dados
4	Grupo	Vamos Comunicar	Partilhar o que aprendeste
5	Individual	Vamos Reflectir	Reflectir sobre o que fizeste

Só deverás iniciar cada fase depois de teres terminado a anterior.

Este tipo de informação é comum às quatro actividades de aprendizagem. Fornece ao aluno a indicação da estratégia – trabalho individual ou trabalho em grupo – seguida na operacionalização de cada uma das fases da actividade de aprendizagem, permitindo-lhe saber o tipo de papel que deverá exercer.

A fase 2 - *As Minhas Ideias* - está direccionada para a consciencialização do aluno sobre as ideias por ele perfilhadas anteriormente à realização da componente laboratorial. Processa-se através de dois momentos: um de carácter individual, em que o aluno regista as suas ideias, seguido de um momento que através da confrontação com as ideias dos colegas conduz a uma primeira etapa de negociação de sentidos, necessária à mudança/evolução conceptual. A confrontação de diferentes perspectivas é um primeiro momento promotor do conflito cognitivo e da motivação do aluno para a necessidade de procurar uma resposta para o problema em estudo. O excerto seguinte, extraído da segunda actividade de aprendizagem - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* – mostra as questões que, respectivamente, permitem a concretização dos primeiro e segundo momentos acima referidos:

#### AS MINHAS IDEIAS (Act Ap 2)

O que achas que acontece a uma quantidade de água no estado líquido se colocada no congelador durante 1 hora e depois colocada novamente à temperatura ambiente? Justifica a tua opinião.

Discute a tua opinião com a tua professora e com os teus colegas. Após a discussão, regista as respostas que são diferentes da tua.



A fase 3 – *Vamos Experimentar* - consiste na recolha e análise de dados a partir da observação/experimentação efectuada através da consecução de uma tarefa de natureza laboratorial. O procedimento laboratorial difere de actividade para actividade consoante o problema em estudo. Nesta fase, a actividade de aprendizagem 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* - difere ainda das outras três actividades de aprendizagem na atribuição da responsabilidade ao aluno na construção de um desenho laboratorial que permita obter uma resposta ao problema definido. Apresenta-se, em seguida, a estrutura desta fase.

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 2)

Diz como procederias para analisares as ideias que referiste na fase *As Minhas Ideias*. Para tal completa os espaços seguintes:

Material (o que precisamos)

- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ \_\_\_\_\_

Procedimento (o que vamos fazer)

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_

Registos a efectuar

---

---

A actividade de aprendizagem 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* - é classificada como uma actividade do tipo *Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho laboratorial a ser definido pelo aluno*, sendo as restantes três actividades de aprendizagem do tipo *Prevê-Observa-Explica-Reflecte com desenho laboratorial apresentado* (v. Coelho da Silva & Leite, 1997; Coelho da Silva, 2000). A construção do desenho laboratorial pelo aluno implica um processo de negociação processual assente na tomada de decisões porque é aos alunos que compete a selecção dos materiais e dos procedimentos laboratoriais a implementar. É um processo que não estará dissociado da negociação de sentidos porque implica a discussão das razões que justificam a escolha dos materiais e dos procedimentos laboratoriais. Esta tarefa implica ainda um processo de monitorização assente na análise da

adequação do desenho laboratorial ao problema em estudo, na identificação de dificuldades/problemas de execução e, se necessário, na definição de procedimentos laboratoriais alternativos. Subjacente à negociação de sentidos e de decisões e à monitorização está a reflexão, um dos processos que confere ao aluno a assunção de um papel pró-activo na aprendizagem.

A fase 4 - *Vamos Reflectir* - incide na execução de tarefas direccionadas especificamente para a análise da mudança/evolução conceptual e para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. São tarefas de natureza metacognitiva que exigem do aluno uma atitude reflexiva através da regulação da aprendizagem. A construção destas tarefas baseou-se nos descritores da competência de Aprender a Aprender definidos por Alonso, Roldão & Vieira (2006) e na planificação e implementação de estratégias de questionamento metacognitivo (v. Boadas, 2001; Monereo, 2001).

A questão seguinte é ilustrativa da estratégia adoptada para a promoção da reflexão sobre o conhecimento substantivo e para a consciencialização do aluno para a mudança/evolução conceptual experienciada:

VAMOS REFLECTIR (Act Ap 1)

Relê as respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

A resolução desta questão implica que o aluno proceda a uma análise qualitativa das suas ideias iniciais com base nos dados recolhidos ao longo da actividade de aprendizagem e, assim, reconheça e assinale as mudanças conceptuais ocorridas. É o momento em que o aluno reforça a sua tomada de consciência acerca das diferenças entre o modo como pensava nos momentos inicial e final da actividade de aprendizagem, sendo, assim, potencializada a efectivação da mudança e/ou evolução conceptual.

O desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender está operacionalizada através de tarefas de monitorização e planificação do trabalho de grupo, de identificação das capacidades desenvolvidas e das dificuldades sentidas na execução das tarefas.

Apresenta-se, em seguida, um exemplo de uma tarefa focalizada na monitorização do desempenho no trabalho de grupo.

# VAMOS REFLECTIR (Act Ap 1)

Assinala com uma cruz (X) o modo como participaste na realização do trabalho de grupo.

Contributo	Alunos			
Estive atento e empenhado no trabalho				
Dei sugestões importantes para o trabalho a realizar				
Ouvi os colegas com atenção				
Respeitei ideias e opiniões dos colegas				
Ajudei a resolver problemas/dificuldades				
Ajudei a completar a tarefa				

Agora, copia para o quadro anterior o registo que cada um dos teus colegas fez do modo como participou no trabalho de grupo e, em seguida, responde à pergunta: Há diferenças no modo como cada um dos elementos participou no trabalho de grupo? Se sim, quais são?

Esta questão contempla as vertentes intrapessoal e interpessoal da competência de Aprender a Aprender (v. Vieira, 1998; Alonso, Roldão & Vieira, 2006). Permite ao aluno tomar consciência de si enquanto aluno e da sua capacidade de interagir/cooperar com os Outros. A tomada de consciência dos alunos sobre o contributo de cada um no trabalho de grupo permite-lhes, ainda, equacionar possibilidades de acção de modo a que o desempenho de cada um contribua para a melhoria e sucesso do grupo. Este pressuposto decorre da assunção da perspectiva de grupo como uma organização social cuja eficiência é determinada não só pela capacidade de cumprimento de uma determinada tarefa mas também pela capacidade de construção e manutenção do grupo e do desenvolvimento e ajuda dos elementos que o constituem (Maskill & Race, 2005 in Costa Pereira, 2007).

A tarefa ilustrada no excerto seguinte permite a identificação dos aspectos que necessitam de ser melhorados no grupo e a partir desta informação idealizar formas de acção para as concretizar:

# VAMOS REFLECTIR (Act Ap 4)

O que poderiam melhorar no vosso trabalho no grupo?

A questão a seguir apresentada é ilustrativa de uma tarefa centrada na monitorização das aprendizagens:

# REFLECTIR (Act Ap 3)

Indica no Quadro II, assinalando com uma cruz (X), as capacidades que desenvolveste durante a realização desta actividade.

Quadro II

Desenvolvi a:	Sim (X)
... capacidade de fazer previsões	
... capacidade de efectuar medições	
... capacidade de fazer cálculos	
... capacidade de registar observações numa tabela	
... capacidade de manusear objectos	
... compreensão do efeito da mudança de estado físico no volume da água	
... compreensão do efeito da mudança de estado físico na massa da água	
... capacidade de ouvir os meus colegas	
... capacidade de discutir com os meus colegas	
... capacidade de dizer aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	

Esta questão permite que o aluno tome consciência do contributo de cada uma das actividades para a aprendizagem e das aprendizagens por ele experienciadas.

A questão a seguir apresentada permite ilustrar a operacionalização da reflexão através da identificação/consciencialização das dificuldades sentidas na fase *Vamos Experimentar*. Esta fase inclui operações de natureza diversificada: medição (Acts Ap 1, 3 e 4); cálculo matemático (Act Ap 3); registo de dados (Acts Ap 1, 3 e 4); relato do procedimento laboratorial (Act Ap 1); planificação do desenho laboratorial (Act Ap 2) e debate de ideias (Acts Ap 1, 2, 3 e 4).

#### VAMOS REFLECTIR (Act Ap 1)

Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

- ☐ Senti dificuldades.
- ☐ Muitas: \_\_\_\_\_
- ☐ Algumas: \_\_\_\_\_
- ☐ Não senti dificuldades.

As quatro actividades incluíram uma tarefa de regulação da aprendizagem focalizada na compreensão dos objectivos de aprendizagem. Nas três primeiras, solicitou-se o estabelecimento da relação entre os objectivos de aprendizagem listados e as tarefas indicadas e, na última, incluiu-se uma pergunta de resposta aberta para o aluno redigir os objectivos de aprendizagem subjacentes à actividade realizada. Estas tarefas de regulação da aprendizagem estão ilustradas, respectivamente, nos excertos seguintes:

#### VAMOS REFLECTIR (Act Ap 2)

Preenche o Quadro III indicando a fase da actividade e as questões que correspondem aos objectivos de aprendizagem.

Quadro III

Objectivo	Momento da Actividade	
	Fase	Questão
Compreender o comportamento da água quando sujeita a alterações de temperatura		
Melhorar a minha capacidade de efectuar registos de observações		
Melhorar a minha participação no trabalho em grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões)		
Reflectir sobre como aprendi e o que posso fazer para aprender melhor		

#### VAMOS REFLECTIR (Act Ap 4)

Indica o que aprendeste, isto é, as capacidades que desenvolveste com esta actividade.

Estas tarefas serviram simultaneamente propósitos educativos e investigativos. Permitiram avaliar o percurso de aprendizagem do aluno e, consequentemente, o impacto das actividades de aprendizagem no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. Estas tarefas, bem como a análise inicial dos objectivos de aprendizagem listados na secção *Introdução*, são fundamentais para a compreensão da natureza da actividade de aprendizagem e para a regulação da aprendizagem:

“Cuando en un proceso didáctico se incluyen actividades orientadas a compartir los objetivos con el alumnado y a evaluar-regular las percepciones no idóneas, se está enseñando al mismo tiempo a valorar la importancia de representar-se bien su finalidad. Esto no quiere decir que los objetivos sean algo preestablecido e imutable. Mientras se aprende (y mientras se enseña), se van reelaborando, pero sin un sistema de orientación que marque el camino es difícil no perderse.”  
(Sanmartí, 2010: 27)

A fase *Vamos Comunicar*, presente apenas na primeira actividade *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?*, incide na narração ao grupo turma, por cada grupo de trabalho, da actividade de aprendizagem realizada a partir de um relato escrito que podia ser complementado com um desenho ilustrativo da execução da componente laboratorial. Esta fase está exemplificada em seguida:

## COMUNICAR (Act Ap 1)

Agora vão, em grupo, fazer uma composição escrita para comunicar aos vossos colegas o trabalho que realizaram. Se desejarem poderão incluir um desenho.

Na vossa composição, deverão explicar o que já sabiam antes de realizar a experiência, descrever como a fizeram e as conclusões a que chegaram.



Chegou a altura de apresentarem a vossa composição à turma. Para isso, o grupo deverá escolher o elemento que fará a leitura. Discutam a composição com a turma e escrevam as opiniões dadas pelos colegas.

O recurso ao desenho assenta nas potencialidades que lhe são apontadas para o ensino das Ciências:

“a) para explicitação de ideias, modelos e significados não verbalizados; b) para promover a acuidade de observação de determinados aspectos da realidade em estudo; c) na construção de representações e modelos mentais de determinados *saberes-fazer* que seriam objecto de regressão se permanecessem fora do alcance da consciência do sujeito.” (Sá & Varela, 2007, p. 12)

A *negociação de decisões* é promovida nesta fase através da definição pelo grupo de trabalho do aluno que assume a responsabilidade de efectuar perante o grupo turma a leitura da composição ilustrativa da actividade laboratorial executada. Conforme já assinalado em situações anteriores, esta decisão exige também a *negociação de ideias* porque implica a explicitação das razões da opção tomada. Deste modo, processa-se também o desenvolvimento da capacidade de reflexão do aluno.

A conjugação da tarefa de cariz laboratorial com tarefas de outra natureza, como é o caso da tarefa da fase *Comunicar*, possibilita veicular uma imagem do cientista caracterizada pela pluralidade de papéis. Esta fase permite, ainda, potenciar o desenvolvimento da interdisciplinaridade por possibilitar a exploração de competências específicas da área curricular disciplinar de *Língua Portuguesa*.

Por fim, explicita-se o processo de validação das actividades de aprendizagem, desenvolvido anteriormente à sua implementação no contexto de sala de aula. As actividades de aprendizagem foram submetidas à apreciação de juízes. Pronunciaram-se, de modo independente, três especialistas em Educação: dois especialistas que desenvolvem a sua

investigação na área de Didáctica do Estudo do Meio e outro especialista que desenvolve investigação no domínio da operacionalização da Pedagogia para a Autonomia em contexto escolar. O conjunto das apreciações efectuadas permite enfatizar as seguintes anotações:

- Sugestão de simplificação da linguagem utilizada de modo a torná-la mais próxima do nível etário dos alunos envolvidos no estudo. Face a esta sugestão, procedeu-se, por exemplo, à reestruturação da secção de introdução focalizada no modo de operacionalização da actividade de aprendizagem (*Mãos à obra*), transformando parte do texto concebido inicialmente num quadro explicativo dos momentos da actividade.
- Sugestão de transformação de algumas questões de resposta aberta em questões de escolha múltipla. As questões 4 e 5 da fase *Vamos Experimentar* da primeira actividade de aprendizagem e algumas das questões da fase *Vamos Reflectir* das quatro actividades de aprendizagem reflectem a adopção desta sugestão (Anexos 1, 2, 3 e 4).
- Sugestão de inclusão na última actividade de aprendizagem de uma questão de resposta aberta para os alunos se pronunciarem sobre as aprendizagens desenvolvidas de modo a possibilitar a avaliação do impacto das quatro actividades na evolução da compreensão do aluno acerca do papel de cada uma delas na sua aprendizagem. Neste sentido, incluiu-se a questão 11 na fase *Vamos Reflectir* da última actividade de aprendizagem (Anexo 4).
- Recomendação do desenvolvimento pelos alunos da capacidade de mobilização de alguns processos científicos previamente à implementação das actividades de aprendizagem. Esta tarefa estava já prevista e foi implementada conforme está referido na secção 3.2.2 aquando da descrição da implementação da intervenção pedagógica.

### 3.2.4. Processos Científicos operacionalizados nas actividades de aprendizagem

Os processos científicos passíveis de serem desenvolvidos através das actividades de aprendizagem concebidas para o presente estudo são: *Previsão, Observação, Medição, Análise, Comunicação e Experimentação*. A *Previsão* está presente em todas as actividades de aprendizagem. É a partir da questão inicial, cuja fundamentação assenta nos conhecimentos prévios que os alunos activam para tentar explicar o que se espera que aconteça, que se desenvolvem as actividades de aprendizagem. A título de exemplo, veja-se a questão 1 da actividade 2 *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*

AS MINHAS IDEIAS (Act Ap 2)

O que achas que acontece a uma quantidade de água no estado líquido se colocada no congelador durante uma hora e depois novamente à temperatura ambiente? Justifica a tua resposta.

A *Observação* está operacionalizada em todas as actividades de aprendizagem. É considerada uma observação focalizada porque é indicado, nas várias situações, o aspecto a observar, evitando-se assim que o aluno efectue observações aleatórias, desprovidas de qualquer significado científico. Esta opção tem em consideração o pressuposto de que aprender a observar exige compreender os aspectos que são passíveis e relevantes de observação no contexto de um determinado fenómeno científico. Esta aprendizagem implica também a implementação de tarefas de reflexão sobre os processos de observação efectuados.

Os processos de observação operacionalizados conjugam procedimentos qualitativos e quantitativos através da observação do estado físico da água e da medição da temperatura, do volume e da massa da água. Esta concretização exige a mobilização de instrumentos auxiliares de observação como são, por exemplo, o termómetro, copos graduados e a balança. A título de exemplo, apresenta-se a seguinte situação em que os alunos têm de proceder a medições de temperatura sucessivas:

VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 4)

e) Regista a alteração de temperatura e as transformações no aspecto físico da água que observas a cada 20 minutos (tabela1).

Tabela 1

Amostra Tempo	A – Água		B - Água + 10g de sal	
	Temperatura	Aspecto físico	Temperatura	Aspecto físico
20 minutos				
40 minutos				
60 minutos				

Este é um caso em que se considera a observação como sendo focalizada porque é indicado ao aluno o enfoque a observar - aspecto físico da água – com o decorrer da variação da temperatura.

A *Medição* é desenvolvida através da execução dos procedimentos laboratoriais de todas as actividades de aprendizagem. As unidade de medida a mobilizar estão indicadas nas orientações que constituem os procedimentos laboratoriais das actividades de aprendizagem *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?, Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água? e Porque se adiciona sal à neve?* A actividade 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* – é a única em que a definição das unidades de medida a mobilizar é da competência do



aluno porque é este que assume o protagonismo na definição do desenho do procedimento laboratorial.

O seguinte excerto da actividade de aprendizagem 3 - *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?* - é um exemplo de uma situação em que o aluno tem de proceder à medição e efectuar cálculos em função das unidades de medida indicadas.

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 3)

Procedimento (o que vamos fazer)

- Regista a massa da proveta graduada vazia ( $M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ).
- Coloca 50 cm<sup>3</sup> de água na proveta graduada. Marca o nível com o marcador.
- Regista a massa ( $M_{\text{proveta com água 1}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ). Calcula a massa de água pela diferença entre a massa da proveta cheia e a massa da proveta vazia  
$$(M_{\text{água 1}} = M_{\text{proveta com água 1}} - M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}).$$
- Coloca a proveta no congelador. Aguarda 60 minutos.
- Retira a proveta do congelador. Mede o volume da água e regista  $\underline{\hspace{2cm}}$ . Mede e regista a respectiva massa ( $M_{\text{proveta com água 2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ). Calcula a massa de água pela diferença entre esta medição e a massa da proveta vazia. Regista as observações efectuadas.  
$$(M_{\text{água 2}} = M_{\text{proveta com água 2}} - M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}).$$

A *Análise* está patente em todas as actividades de aprendizagem. Em todas as situações é solicitado ao aluno a interpretação dos dados obtidos por via experimental e a partir deles a formulação de conclusões. Apresentam-se, em seguida, dois exemplos:

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 1)

Apresenta à turma o registo efectuado no Quadro I. Compara-o com o dos outros grupos discutindo o efeito da temperatura no estado físico da água. Regista as conclusões a que chegaram.

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 2)

Com base nas tuas observações e registos, o que concluis acerca da possibilidade da água passar de um estado físico a outro e retomar o anterior?

Algumas actividades de aprendizagem incluem ainda momentos de síntese do conhecimento científico construído através de tarefas do tipo a seguir ilustrado:

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 1)

Assinala a opção que corresponde à conclusão a que chegaste com a realização desta actividade:

- O estado físico da água só se altera quando se aumenta a temperatura.

- b) O estado físico da água só se altera quando se diminui a temperatura.
- c) O estado físico da água altera-se quer com o aumento quer com a diminuição da temperatura.

Completa as seguintes afirmações colocando no espaço em branco a palavra *aumenta* ou *diminui*:

- a) A passagem da água do estado líquido ao estado sólido ocorre quando a temperatura \_\_\_\_\_
- b) A passagem da água do estado líquido ao estado gasoso ocorre quando a temperatura \_\_\_\_\_

A *Comunicação* está patente em todas as actividades de aprendizagem através de tarefas de natureza diversificada. Predomina sob a forma de debate de ideias pois em todas as actividades de aprendizagem, e em momentos diversos, é proposta a discussão das respostas individuais no grupo turma. Este processo está, por exemplo, presente nas seguintes situações da actividade de aprendizagem 2 *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*.

AS MINHAS IDEIAS (Act Ap 2)

Discute a tua resposta com a tua professora e com os teus colegas. Após a discussão regista as respostas que sejam diferentes da tua.

VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 2)

Com base nas tuas observações e registos, o que concluis acerca da possibilidade da água passar de um estado físico a outro e retomar o anterior? Discute a tua resposta com os teus colegas e com a tua professora. Regista as conclusões a que chegaram.

A comunicação assim criada possibilita a construção social do conhecimento pois cada um dos alunos e o professor contribuem para a construção do conhecimento pelo Outro.

A *Comunicação* está ainda operacionalizada através da representação da informação e do relato da actividade realizada. A representação da informação é desenvolvida através de tarefas de registo dos dados empíricos em tabela e do registo do fenómeno físico observado através de uma imagem. Estes tipos de registos estão exemplificados, respectivamente, nas seguintes tarefas:

VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 1)

Coloca o gobelé na placa de aquecimento com a ajuda da tua professora. Observa durante 5 minutos o que acontece à água e regista no Quadro I o estado físico em que se encontra (*situação* 2). Mede, com a ajuda da tua professora, a temperatura da água e regista-a no Quadro I. Faz um desenho do que acontece e explica-o escrevendo uma frase.

Quadro I

Estado físico	Água	
	Situação 1 À temperatura de ____ °C	Situação 2 À temperatura de ____ °C
Sólido		
Líquido		
Gasoso		

Desenho

Frase

---



---

#### VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 3)

Regista, no quadro seguinte (Quadro I), os valores obtidos (volume e massa) nas situações 1 (inicial) e 2 (final) e compara-os.

Quadro I

	Inicial	Final	Verifico que...
Volume			
Massa			

A representação do fenómeno observado através de uma imagem auxilia os alunos na compreensão do conhecimento científico uma vez que exige a selecção e estruturação de um conjunto de elementos que no seu todo representam o fenómeno científico.

Uma outra forma de operacionalização do processo científico *Comunicação - relato da tarefa* - está contemplada apenas na actividade *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?*, conforme se exemplifica em seguida:

#### VAMOS COMUNICAR (Act Ap 1)

Agora vão, em grupo, fazer uma composição escrita para comunicar aos teus colegas o trabalho que realizaste. Se desejares poderás incluir um desenho.

Na composição deverás explicar o que já sabiam antes de realizar a experiência, descrever como fizeram a experiência e as conclusões a que chegaram.



Chegou a altura de apresentar a vossa composição à turma. Para isso, o grupo deverá escolher o elemento que fará a leitura. Discute a composição com a turma e escreve as opiniões dadas pelos teus colegas.

Nesta tarefa, o processo de comunicação conjuga a construção de um texto (composição) com um desenho (opcional) e com o debate no grupo turma.

O processo científico *Experimentação* é considerado como sendo operacionalizado através da *Planificação de Experiências* e da *Avaliação de Experiências* (v. Pinheiro, Carvalho & Coelho da Silva, 2011). Neste sentido, está contemplado nas actividades laboratoriais-experimentais implementadas apenas através da planificação de experiências. É o caso da actividade de aprendizagem 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* – que solicita ao aluno a construção do procedimento laboratorial necessário à obtenção de resposta ao problema, a seguir ilustrada:

VAMOS EXPERIMENTAR (Act Ap 1)



*Tarefa em grupo*

Diz como procederias para analisares as ideias que referiste na fase 1. Para tal completa os espaços seguintes:

Material (o que precisamos)

- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ \_\_\_\_\_
- ✓ .....

Procedimento (o que vamos fazer)

- a. \_\_\_\_\_
- b. \_\_\_\_\_
- c. \_\_\_\_\_
- d. \_\_\_\_\_

Registos a efectuar

---

---

Discute o teu procedimento com os teus colegas e a tua professora. Regista as sugestões de alteração apresentadas.

Escolhe com a tua professora e os teus colegas o procedimento a realizar e executa-o.

Com base nas tuas observações e registos, o que concluis acerca da possibilidade da água passar de um estado físico a outro e retomar o anterior?

Discute a tua resposta com os teus colegas e a tua professora. Regista as conclusões a que chegaram.

Esta tarefa mostra que o processo – *planificação de experiências* – integra um processo de comunicação centrado na negociação do procedimento laboratorial a implementar e é seguido da sua execução que implica registo, análise e discussão dos dados empíricos obtidos.

### **3.3. Opções metodológicas de investigação**

A presente secção inclui: a) uma breve caracterização global do grupo de alunos participantes no estudo e b) a descrição dos procedimentos de recolha e análise da informação que possibilitaram a avaliação da estratégia de intervenção pedagógica.

#### **3.3.1. Alunos participantes no estudo**

O presente estudo envolveu a participação de 18 alunos do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do ensino Básico. Este grupo de alunos corporizava uma turma da Escola Básica do Primeiro Ciclo com Jardim de Infância de São Lourenço. É uma escola do Agrupamento de Escolas de Vila D'Este, localizada no concelho de Vila Nova de Gaia do distrito do Porto.

A selecção da turma para este estudo esteve condicionada pelo serviço lectivo distribuído aos docentes da escola. A turma escolhida correspondeu então à turma atribuída à professora-investigadora do presente estudo.

O grupo de participantes apresentava uma distribuição aproximadamente equitativa quanto ao género: dez alunos são do sexo feminino e oito alunos são do sexo masculino.

A constituição da turma esteve sujeita a alterações desde o 1º ano de escolaridade (ano lectivo de 2006/2007). Neste 4º ano de escolaridade - ano lectivo 2009/2010 - apenas 50,0 % dos alunos permaneciam desde a formação inicial da turma. Este facto exigiu a criação de dinâmicas facilitadoras da integração entre novos e antigos alunos de modo a que a participação de cada um na (re)construção do conhecimento do Outro se pudesse tornar uma realidade.

A maioria dos alunos desta turma, à semelhança do que tem acontecido com a maioria dos alunos do 1º ciclo do ensino Básico da professora-investigadora, mostrava estar motivada para a aprendizagem, assumindo uma atitude de permanente curiosidade e de vontade em obter progressivamente mais conhecimentos.

Nesta turma destacam-se seis alunos por já terem sido alvo de pelo menos uma retenção.

As principais dificuldades evidenciadas estavam focalizadas nas áreas curriculares disciplinares de Língua Portuguesa e Matemática. Neste sentido, a abordagem da área curricular disciplinar de Estudo do Meio foi, ao longo dos quatro anos, contemplando algumas tarefas orientadas não só para o desenvolvimento de competências próprias desta área curricular disciplinar mas também de competências das outras áreas curriculares disciplinares referidas.

### **3.3.2. Procedimentos de recolha e análise de informação relativa à avaliação da intervenção pedagógica**

A avaliação da estratégia de intervenção pedagógica consistiu na:

- Análise da mudança/evolução conceptual dos alunos;
- Análise do desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender;
- Identificação das dificuldades, vantagens e desvantagens da implementação de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender.

Os instrumentos usados para a recolha de dados foram:

- a) as actividades de aprendizagem realizadas pelos alunos (Anexos 1, 2, 3 e 4);
- b) um questionário final sobre o valor atribuído pelos alunos a cada uma das actividades de aprendizagem e sobre as dificuldades sentidas na sua consecução (Anexo 6).

As actividades de aprendizagem foram mobilizadas na recolha de dados para a análise da mudança/evolução conceptual, do desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender e das dificuldades sentidas na consecução da fase *Vamos Experimentar* presente nas quatro actividades de aprendizagem. O processo de construção e validação destas actividades de aprendizagem encontra-se descrito na secção 3.2.2. *Estrutura das actividades de aprendizagem*.

A *avaliação da mudança/evolução conceptual* procedeu-se através da análise de conteúdo das respostas dos alunos às questões colocadas nos momentos antes de ensino e pós-ensino sobre o conhecimento substantivo explorado em cada uma das actividades de aprendizagem (Act Ap). Estas questões estão a seguir discriminadas:

#### *Questões do momento antes de ensino*

Act Ap 1: Que alteração achas que ocorre no estado físico da água líquida quando se altera a temperatura?

Act Ap 2: O que achas que acontece a uma quantidade de água no estado líquido se colocada no congelador durante uma hora e depois novamente à temperatura ambiente? Justifica a tua opinião.

Act Ap 3: Na tua opinião, a água quando passa do estado líquido ao estado sólido altera o seu volume? Porquê? E a sua massa altera-se? Porquê?

Act Ap 4: Na tua opinião, qual é a razão para se adicionar sal à neve?

*Questões do momento pós-ensino* (apresenta-se apenas uma questão porque a sua formulação repete-se em todas as actividades)

Act Ap 1, 2, 3 e 4: Relê as respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

O momento antes de ensino corresponde à segunda fase das actividades de aprendizagem em que o aluno explicita e toma consciência das ideias que já possui sobre o assunto em estudo. O momento pós-ensino ocorre após a consecução de vários momentos de conflito cognitivo, incluindo o momento de recolha e análise de dados através de uma componente de cariz laboratorial, em que o aluno se pronuncia novamente sobre a questão que lhe foi colocada no momento antes de ensino. A consecução da análise de conteúdo exigiu a definição de categorias de análise. Estas foram definidas *a priori* tendo por base categorias usadas em estudos de avaliação do impacto educativo de estratégias pedagógicas assentes numa perspectiva educacional de cariz sócio-construtivista e segundo um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual (v. Coelho da Silva, 1996; Costa, 1996; Freitas, 2003; Freitas, 2005). O tratamento dos dados recolhidos ocorreu em quatro fases:

1. Agrupamento das respostas que incluíam atributos semelhantes;
2. Classificação das respostas num primeiro momento pelas categorias previamente definidas de acordo com o respectivo conteúdo;
3. Classificação das respostas num segundo momento (um mês após o primeiro) pelas categorias previamente definidas de acordo com o respectivo conteúdo e comparação com a classificação anterior;
4. Sujeição desta última classificação à apreciação do orientador desta dissertação e definição da classificação final.

A implementação das duas últimas fases acima assinaladas teve como objectivo

assegurar a validade da interpretação efectuada dado o carácter subjectivo da análise de conteúdo:

“[A análise de conteúdo] Tem como suporte cognitivo a interpretação – move-se, portanto, num espaço movediço, entre o rigor da objectividade, que se pretende científico, e a leitura subjectiva” (Pardal & Lopes, 2011: 94)

As categorias de análise consideradas foram as seguintes:

- a) *Resposta Aceite* (RA): esta categoria inclui as respostas que contemplam todos os elementos que fazem parte da resposta considerada cientificamente aceite. A definição destes elementos está dependente do nível de escolaridade dos alunos e dos critérios estabelecidos no programa em vigor.
- b) *Resposta Incompleta* (RI): esta categoria inclui as respostas que contemplam apenas alguns dos elementos que fazem parte da resposta considerada cientificamente aceite.
- c) *Ideias Alternativas* (IA): esta categoria é constituída por respostas que apresentam ideias que se afastam daquelas que são consideradas na resposta cientificamente aceite mas que, na óptica dos alunos, explicam, o fenómeno científico em estudo.
- d) *Resposta que conjuga alguns elementos da Resposta Aceite e de Ideias Alternativas* (RI+IA): esta categoria inclui as respostas que conjugam elementos da resposta considerada cientificamente aceite com ideias alternativas.
- e) *Resposta Imprecisa* (RImp): esta categoria inclui as respostas que, embora mostrem que o aluno reconhece a ocorrência de transformações do fenómeno científico em estudo, apresentam uma explicação pouco estruturada, sem referência aos factores que as determinam.
- f) *Não respondeu*: esta categoria inclui as situações em que os alunos não apresentaram nenhuma explicação para o fenómeno científico em estudo.

Na análise das respostas de cada uma das actividades de aprendizagem foram mobilizadas uma ou mais das categorias de análise listadas, seleccionadas em função da natureza das ideias manifestadas pelos alunos. As categorias - *Resposta Aceite* e *Resposta Incompleta* – foram mobilizadas na análise das respostas em todas as actividades de aprendizagem. As categorias *Ideias Alternativas* e *Resposta Incompleta + Ideias Alternativas* foram utilizadas apenas na categorização das respostas dos alunos à actividade de aprendizagem 3 *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*. Neste caso, foi utilizada a categoria *Ideias Alternativas* porque alguns alunos manifestaram ideias que se afastam da explicação considerada cientificamente aceite e a categoria *Resposta Incompleta + Ideias Alternativas* porque outros alunos apresentaram



respostas que incluíam, simultaneamente, elementos considerados cientificamente aceites e outros que se afastam da resposta considerada cientificamente aceite na explicação do fenómeno em estudo. A categoria *Resposta Imprecisa* foi mobilizada na análise das respostas dos alunos às actividades de aprendizagem 1 e 4, respectivamente, *Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?* e *Porque se adiciona sal à neve?*, para incluir respostas que expressam ideias vagas, ideias que não apresentam uma explicação consistente para o fenómeno científico em estudo. A análise da categorização das respostas dos alunos é acompanhada com a apresentação de exemplos de respostas.

A análise das respostas nos momentos antes de ensino e pós-ensino às actividades de aprendizagem 1 e 2, respectivamente, *Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?* e *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*, foi efectuada em conjunto pelo facto de ambas incidirem na interpretação do efeito da variação de temperatura (aumento e diminuição) no estado físico da água, acentuando as transformações da água face a diferentes estados físicos em que se pode encontrar.

A análise qualitativa das respostas dos alunos foi complementada com a análise quantitativa através da determinação das frequências e, em algumas situações, das respectivas percentagens de respostas incluídas em cada uma das categorias definidas. Estes procedimentos permitiram a comparação das ideias perfilhadas pelos alunos nos momentos antes de ensino e pós-ensino, necessária para determinar a aproximação e/ou afastamento das ideias dos alunos às ideias consideradas cientificamente aceites e, assim, determinar as transformações ocorridas do momento antes de ensino para o momento pós-ensino. A avaliação da mudança/evolução conceptual foi complementada com a análise do percurso registado por cada aluno. Esta análise foi concretizada através da interpretação do número de alunos que registaram progressão, isto é, daqueles cujas ideias finais em relação às ideias iniciais passaram a estar integradas nas categorias RA ou RI, e dos que mantiveram a sua posição inicial (ideias iniciais incluídas na mesma categoria das ideias finais). Na análise da questão *Porque se adiciona sal à neve?* considerou-se um caso de progressão dentro da mesma categoria (RI-RI) porque, do momento antes de ensino para o momento pós-ensino, verificou-se a ocorrência de modificações no tipo de linguagem utilizado, através do uso de uma linguagem de cariz científico em detrimento de linguagem inicial do senso comum.

A avaliação do impacto da estratégia de intervenção pedagógica no desenvolvimento da

*competência de Aprender a Aprender* realizou-se através da análise das respostas dos alunos a algumas questões da fase *Vamos Reflectir*, presente em todas as actividades de aprendizagem, permitindo identificar a consciencialização dos alunos sobre as aprendizagens efectuadas e o papel de cada uma das actividades na aprendizagem. Foram mobilizadas quatro questões que se distribuem por dois tipos: duas questões de resposta fechada (uma questão de escolha múltipla e uma questão de correspondência) e duas questões de resposta aberta. Apresenta-se em seguida a questão de escolha múltipla presente na primeira actividade de aprendizagem e que se repete na segunda e terceira com a alteração de apenas o item correspondente ao conhecimento substantivo. Assim, o item *compreensão do efeito da variação da temperatura na mudança do estado físico da água* foi substituído nas actividades de aprendizagem 2 e 3, respectivamente, pelos seguintes itens: *compreensão de que a água pode mudar de estado físico e retomar o estado inicial* e *compreensão do efeito da mudança do estado físico no volume e na massa da água*.

Act Ap 1

Indica no Quadro II, assinalando com uma cruz (X), as capacidades que desenvolveste durante a realização desta actividade.

Quadro II

Desenvolvi a:	Sim (X)
... capacidade de fazer previsões	
... capacidade de medir	
... capacidade de fazer cálculos	
... capacidade de registar observações numa tabela	
... capacidade de registar observações através de desenhos	
... capacidade de manusear objectos	
... compreensão do efeito da variação da temperatura na mudança do estado físico da água	
... capacidade de ouvir os meus colegas	
... capacidade de discutir com os meus colegas	
... capacidade de contar aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	

Estas questões permitiram identificar a consciencialização dos alunos quanto às aprendizagens efectuadas ao longo da consecução das três primeiras actividades de aprendizagem. O tratamento dos dados efectuou-se através da identificação do tipo e predominância de competências assinaladas pelos alunos, organizados de acordo com as seguintes dimensões:

- competência de Aprender a Aprender,
- competência disciplinar - conhecimento substantivo,
- competência disciplinar - conhecimento processual.

Neste sentido, efectuou-se a contabilização da frequência e da percentagem de respostas dos alunos para cada uma das competências listadas. A questão de correspondência, presente na secção *Vamos Reflectir* das três primeiras actividades de aprendizagem (Anexos 1, 2 e 3), e a questão de resposta aberta, presente também na secção *Vamos Reflectir* da quarta e última actividade de aprendizagem (Anexo 4), permitiram analisar o percurso dos alunos na compreensão do papel das actividades de aprendizagem no desenvolvimento de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender. Apresenta-se, em seguida, a questão de correspondência incluída na primeira actividade de aprendizagem. Esta questão permanecia na segunda e terceira actividades, diferindo apenas no objectivo do domínio do conhecimento substantivo: *Compreender o comportamento da água quando sujeita a alterações de temperatura* (Act Ap 2) e *Identificar o efeito da mudança de estado físico no volume e na massa da água* (Act Ap 3).

#### Act Ap 1

Preenche o Quadro III indicando a fase da actividade e as questões que correspondem aos objectivos de aprendizagem.

Quadro III

Objectivo	Momento da Actividade	
	Fase	Questão
Identificar o efeito da temperatura no estado físico da água		
Melhorar a minha participação no trabalho em grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões)		
Melhorar a minha capacidade de descrever as tarefas que realizo na aula		
Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor		

A análise da questão centrada na correspondência *Objectivos de Aprendizagem/Momentos da Actividade de Aprendizagem* exigiu a definição prévia das possibilidades de resposta em função do número de relações consideradas cientificamente aceites. A partir destas categorias, efectuou-se a determinação das frequências de resposta. A análise das respostas à questão - *Indica o que aprendeste, isto é, as capacidades que desenvolveste com esta actividade?* – incidiu na análise de conteúdo em função de categorias e subcategorias, definidas recursivamente à interpretação das respostas dos alunos. Estas foram determinadas em função do tipo de competências assinaladas pelos alunos, tendo sido definidas as seguintes:

1. Competência de Aprender a Aprender
  - a. Dimensão *metacognitiva*: inclui as respostas que mencionam o desenvolvimento da capacidade de reflexão sobre a aprendizagem.
  - b. Dimensão *sócio-afectiva*: inclui as respostas que mencionam o desenvolvimento de competências interpessoais.
2. Competência disciplinar
  - a. Conhecimento *substantivo*: inclui as respostas relativas à compreensão das transformações físicas estudadas.
  - b. Conhecimento *processual*: inclui as respostas relativas ao desenvolvimento dos processos científicos.

Em função destas categorias, procedeu-se à distribuição das respostas de acordo com a natureza do conteúdo.

A análise das percepções dos alunos sobre as aprendizagens efectuadas incluiu ainda a identificação das respostas que mencionavam apenas o desenvolvimento de competências num único domínio (competência de Aprender a Aprender *ou* competências disciplinares) e o desenvolvimento, em simultâneo, de competências nos dois domínios (competência de Aprender a Aprender *e* competências disciplinares). A referência simultânea das competências dos dois domínios enumerados é considerada como um indicador da maior compreensão da natureza da aprendizagem efectuada.

O desenvolvimento das capacidades de reflexão dos alunos sobre o processo de aprendizagem foi ainda avaliado através de uma questão de resposta aberta - *O que poderiam melhorar no vosso trabalho de grupo?* - incluída na última actividade de aprendizagem. A análise desta questão focalizou-se no levantamento das propostas apresentadas pelos alunos.

A avaliação da intervenção pedagógica incidiu ainda na:

- a) Identificação das *dificuldades* sentidas pelos alunos na realização das quatro actividades de aprendizagem e, em particular, na execução da componente *Vamos Experimentar*;
- b) Identificação das *vantagens* e *desvantagens* apontadas pelos alunos à realização do trabalho de grupo.

A recolha de dados sobre as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das quatro actividades de aprendizagem e sobre as vantagens e desvantagens apontadas pelos alunos à realização do trabalho de grupo processou-se através de um questionário concebido para o efeito

(Anexo 6). A sua construção decorreu em três fases:

1. Elaboração de uma versão inicial
2. Sujeição desta versão à apreciação de um especialista em Educação
3. Redacção da versão final

O questionário é constituído por quatro questões: três de resposta aberta e uma de escolha múltipla (Anexo 6). A análise das questões de resposta aberta seguiu a técnica de análise de conteúdo (v. Bardin, 2004; Esteves, 2006).

A mobilização das respostas dos alunos às questões *Qual foi a actividade que mais gostaste? Justifica a tua resposta* e *Qual foi a actividade que menos gostaste? Justifica a tua resposta* na avaliação da estratégia de intervenção pedagógica restringe-se a uma análise muito limitada porque a informação obtida através destas respostas está reduzida à indicação de algumas preferências sem a indicação das razões subjacentes.

O tratamento dos dados da questão de escolha múltipla sobre as dificuldades sentidas pelos alunos na consecução das quatro actividades de aprendizagem consistiu, em primeiro lugar, na contabilização do número de alunos que assinalaram cada uma das opções de resposta. Posteriormente, interpretaram-se os resultados de acordo com as predominâncias de opinião em cada um dos domínios - *Competências disciplinares* e *Competência de Aprender a Aprender* (dimensão metacognitiva e dimensão sócio-afectiva) - em que se enquadram as várias dificuldades.

A identificação das dificuldades sentidas pelos alunos na execução da componente *Vamos Experimentar* efectuou-se a partir da recolha de dados através da seguinte questão colocada na fase de reflexão de todas as actividades de aprendizagem (Anexos 1, 2, 3 e 4):

VAMOS REFLECTIR (Act Ap 1)

Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

☐ Senti dificuldades.

☐ Muitas: \_\_\_\_\_

☐ Algumas: \_\_\_\_\_

☐ Não senti dificuldades.

O tratamento das respostas a esta questão consistiu na contabilização do número de alunos que assinalou cada uma das opções de resposta e no agrupamento das respostas à opção *Senti dificuldades* em função das tarefas que foram assinaladas: medição, registo, cálculo, procedimento laboratorial e leitura.

A questão *Gostaste de trabalhar em grupo? Porquê?*, incluída no questionário global de avaliação final (Anexo 6), permitiu identificar vantagens e desvantagens do trabalho de grupo. O tratamento destas respostas efectuou-se a partir de categorias e subcategorias emergentes da análise de conteúdo, a seguir enumeradas:

1. Referência a vantagens

- a) Promoção da entre-ajuda
- b) Melhoria da aprendizagem
- c) Promoção do diálogo
- d) Criação de um ambiente mais lúdico
- e) Referência à existência de vantagens sem estarem claramente especificadas

2. Referência a desvantagens

- a) Dificuldade de concretização das tarefas
  - i. Decorrentes de situações de conflito
  - ii. Provocadas por comportamentos de distração



## **IV – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA**

### **Introdução**

O presente capítulo incide na avaliação da intervenção pedagógica através da análise dos processos de transformação ocorridos na aprendizagem dos alunos, tanto no domínio das competências disciplinares como no domínio da competência de Aprender a Aprender, e através da identificação das dificuldades e das vantagens/desvantagens apontadas pelos alunos na realização das actividades de aprendizagem. Em primeiro lugar, são apresentados e analisados os dados relativos ao impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento das competências disciplinares, em particular, na aprendizagem do conhecimento substantivo, e da competência de Aprender a Aprender. Por fim, são apresentados e interpretados os dados sobre as dificuldades, vantagens e desvantagens que, na perspectiva dos alunos, estão presentes na operacionalização das actividades de aprendizagem.

#### **4.1. Impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento de competências disciplinares**

Nesta primeira secção, procede-se à análise do impacto da intervenção pedagógica na (re)construção do conhecimento substantivo através da interpretação da mudança e/ou evolução das ideias dos alunos com o decorrer da exploração das actividades de aprendizagem (Anexos 1, 2, 3 e 4). Estas actividades caracterizam-se pela conjugação de tarefas de cariz laboratorial e tarefas de lápis e papel que, no seu conjunto, permitem a operacionalização de vários momentos de conflito cognitivo. Estes exigem a reflexão de cada aluno sobre as suas próprias ideias e a diversidade de ideias emergentes no grupo turma.

O Quadro 4.1 mostra as ideias dos alunos, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, sobre as transformações físicas ocorridas na água no estado líquido aquando da variação da temperatura. O momento antes de ensino corresponde à primeira fase das actividades de aprendizagem em que o aluno explicita e toma consciência das ideias que já possui sobre o assunto em estudo. O momento pós-ensino ocorre após a consecução de vários momentos de conflito cognitivo, incluindo a análise de dados decorrente da execução da componente



experimental da actividade de aprendizagem. Neste momento, o aluno é solicitado a pronunciar-se novamente sobre a questão que lhe foi colocada na fase *As Minhas Ideias*. Os momentos antes de ensino e pós-ensino correspondem, respectivamente, à primeira e última fases de um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual (v. Duarte & Faria, 1992).

Os dados registados no Quadro 4.1 reportam-se à exploração das duas actividades de aprendizagem focalizadas na abordagem das transformações físicas da água líquida por variação da temperatura. A actividade de aprendizagem 1 focaliza-se no efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida e a actividade de aprendizagem 2 incide na análise da reversibilidade do estado físico da água líquida pela variação da temperatura.

**Quadro 4.1: Ideias dos alunos sobre transformações físicas da água líquida por alteração da variação da temperatura, nos momentos antes de ensino (AE) e pós-ensino (PE) (n = 18)**

Categorização das respostas dos alunos	Alunos (f)		Alunos (f)	
	Act Ap 1		Act Ap 2	
	AE	PE	AE	PE
<b>Resposta Aceite (RA)</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
Refere as alterações do estado físico da água líquida quer por aumento quer por diminuição da temperatura	2	11	16	16
<b>Resposta Incompleta (RI)</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Refere apenas a alteração do estado físico da água líquida aquando do aumento da temperatura	4	4	0	0
Refere apenas a alteração do estado físico da água aquando da diminuição da temperatura	1	2	2	2
<b>Resposta Imprecisa (RImp)</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Refere a ocorrência de alterações da temperatura da água sem as relacionar com um determinado efeito no estado físico.	10	0	0	0
<b>Não respondeu</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Legenda:** Act Ap – Actividade de Aprendizagem

As ideias iniciais da maioria dos alunos sobre o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida - Actividade de aprendizagem 1 – afastam-se da resposta considerada cientificamente aceite. Distribuem-se primordialmente por dois grupos: resposta imprecisa e resposta incompleta. No primeiro grupo – *Resposta Imprecisa* - incluem-se as respostas em que os alunos não indicam nenhuma alteração do estado físico da água líquida face à variação da temperatura, embora possam indicar efeitos no valor da temperatura da água. São, por exemplo, respostas do seguinte tipo:

“No Verão, claro que a água fica mais quente porque o sol está a bater. E se a água estiver no frigorífico fica fria e se estiver cá fora fica morna.” (A1, antes de ensino)

“Quando a temperatura sobe, eu acho que muda a água porque quando o tempo está assim frio ela muda, quando está calor a água fica diferente.” (A7, antes de ensino)

“Quando se altera a temperatura, a água pode ficar fria, morna ou quente.” (A16, antes de ensino).

O último exemplo é o mais comum entre as respostas que se enquadram neste grupo de respostas imprecisas.

No segundo grupo – *Resposta Incompleta* - inserem-se as respostas em que os alunos, embora mostrem reconhecer a ocorrência de alterações do estado físico da água líquida, apenas assinalam um tipo de alteração (líquido para gasoso ou líquido para sólido) correspondente à variação de temperatura que indicam (aumento ou diminuição). A perfilha desta concepção por estes alunos está em consonância com as concepções sobre mudanças do estado físico da água apontadas na literatura como sendo aquelas que predominam anteriormente à aprendizagem formal: a ocorrência de apenas uma mudança de estado físico (v. Thouin, 2008). Neste grupo, incluem-se, por exemplo, as seguintes respostas:

“Se a temperatura ficar fria, a água pode ficar congelada.” (A4, antes de ensino).

“Quando se altera a temperatura, como está quente fica com muito vapor, como quando eu estou a tomar banho a água fica no estado gasoso. Se a temperatura ficar quente, aumentar, a água evapora-se”. (A6, antes de ensino; sublinhado nosso)

“Acho que quando se altera a temperatura da água, ela fica mais quente e evapora-se. É como quando a água da banheira está quente e sai vapor.” (A8, antes de ensino; sublinhado nosso)

“Eu acho que quando está um sol forte, a água está quente e evapora-se. A água da piscina também está quente e até todo o vapor vai para os meus óculos e também para os vidros da piscina.” (A9, antes de ensino; sublinhado nosso)

É de notar que as respostas destes alunos mostram que eles recorrem a situações do quotidiano, situações que lhes são familiares, para explicar o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida. Na situação – Tomar banho (A6 e A8) - os alunos estarão a associar aquilo que vêem na casa de banho ao vapor de água e que na sabedoria popular é designado por *nevoeiro*. Na segunda situação – Piscina (A9) – o aluno confirma a existência de

vapor de água pela percepção da temperatura elevada do ambiente em que se encontra e pela condensação que observa nos óculos e nos vidros da piscina. A possibilidade dos alunos contactarem mais frequentemente com situações da passagem da água do estado líquido para o estado gasoso poderá justificar a referência primordial à transformação do estado físico da água líquida aquando do aumento da temperatura.

Constata-se, ainda, que apenas dois alunos referiram as duas alterações de estado físico que a água líquida pode sofrer mediante o aumento e a diminuição da temperatura. São os seguintes casos:

“Se a temperatura ficar fria a água pode congelar, se a temperatura ficar quente a água evapora-se, se a temperatura for natural ou normal a água continua líquida.” (A14, antes de ensino)

“Quando se altera a temperatura da água para quente a água pode ficar em estado gasoso, ou seja, fica em vapor, mas quando se muda para frio, a água pode ficar em estado sólido, ou seja, fica em gelo.” (A17, antes de ensino).

Os dados do Quadro 4.1 evidenciam ainda que a exploração da actividade de aprendizagem 1 - *Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?* - teve repercussões na mudança/evolução das ideias dos alunos. Verifica-se que todos os alunos passaram a reconhecer efeitos da variação da temperatura no estado físico da água líquida. A maioria dos alunos já apresenta ideias que se enquadram na resposta cientificamente aceite. Assinala as duas possibilidades de variação da temperatura – aumento e diminuição - e os efeitos no estado físico da água líquida, respectivamente, passagem do estado líquido ao estado gasoso e do estado líquido ao estado sólido. A título de exemplo, apresentam-se as seguintes respostas:

“Se a água está no estado líquido e se a temperatura aumentar, fica no estado gasoso. Se a água está no estado líquido e se a temperatura diminuir, fica no estado sólido.” (A1, pós-ensino)

“Se eu aumentasse a temperatura da água, ficava gasoso. Se eu diminuísse a temperatura da água, a água ficava sólida.” (A18, pós-ensino)

Contudo, há ainda alguns alunos que apenas apontam uma única transformação física decorrente de assinalarem também uma única variação de temperatura. Neste caso, continua a

predominar a referência ao efeito do aumento da temperatura. Veja-se, a título de exemplo, as seguintes respostas:

“Quando a temperatura ficar quente, quer dizer que aumenta e então a água evapora-se então quer dizer que a água está gasosa.” (A11, pós-ensino).

“Quando nós aumentamos a temperatura a água fica gasosa.” (A15, pós-ensino)

A actividade de aprendizagem 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* - incide na análise da possibilidade da água, após mudar de estado físico, poder retomar o estado inicial. Os dados do Quadro 4.1 mostram que as ideias iniciais da maioria dos alunos coincide com as ideias cientificamente aceites. Estes dados corroboram o efeito da actividade 1 na aprendizagem dos alunos, anteriormente referido, porque nesta nova situação a maioria dos alunos menciona as duas possibilidades de alteração do estado físico da água líquida que não indicavam no início da actividade de aprendizagem 1. Os exemplos seguintes são ilustrativos das respostas dadas na previsão solicitada na actividade de aprendizagem 2:

“Quando se põe água no estado líquido no congelador fica em estado sólido e se sair do congelador fica outra vez em estado líquido.” (A4, antes de ensino)

“Quando eu ponho a água no congelador ela fica no estado sólido mas à temperatura ambiente ela fica em estado líquido outra vez porque no congelador a temperatura está menos elevada e quando a tiramos está numa temperatura mais elevada.” (A16, antes de ensino).

O facto da quase totalidade dos alunos (16 – 88,9 %) apresentarem as ideias cientificamente aceites no momento anterior à implementação da fase 3 - *Vamos Experimentar* - da actividade de aprendizagem 2, não é impeditivo da sua operacionalização porque ela não está restrita à aprendizagem do conhecimento substantivo mas está também direccionada para a aprendizagem do conhecimento processual. A fase 3 - *Vamos Experimentar* - foi concebida não só com o intuito de constituir um meio promotor do conflito cognitivo, necessário à (re)construção do conhecimento substantivo, mas também com o intuito de criar mais uma situação educativa promotora do desenvolvimento da autonomia do aluno e de promover o desenvolvimento do processo científico *Experimentação* (v. Pinheiro, Carvalho & Coelho da Silva, 2011). Este processo está contemplado nas seguintes tarefas:

1. planificação, em pequeno grupo, do desenho laboratorial a implementar através da definição do material, procedimento laboratorial e do modo de registo de dados a adoptar;
2. avaliação dos desenhos laboratoriais idealizados pelos vários grupos no momento em que são analisados e aperfeiçoados mediante discussão no grupo-turma e no momento em que é consensualmente decidido o desenho a implementar.

A consecução deste processo científico – *Experimentação* – implica a assunção pelo aluno de um papel pró-activo conducente ao desenvolvimento da sua autonomia. Nele estão envolvidos processos de negociação de decisões na planificação e selecção do desenho laboratorial a adoptar e negociação de ideias na justificação dessas decisões. É, deste modo, promovido também o desenvolvimento da reflexão.

O Quadro 4.1 mostra que as ideias dos alunos no momento inicial da actividade de aprendizagem 2 permanecem após a sua execução. Este é um dado esperado pelo facto das ideias iniciais coincidirem com o conhecimento cientificamente aceite para a situação em causa. A sua ocorrência mostra que não houve recessão nas ideias dos alunos. Os alunos que no momento pós-ensino manifestaram respostas incompletas já apresentavam respostas desta natureza no início desta actividade e no final da actividade 1. Embora a actividade de aprendizagem 1 tenha tido repercussão na mudança conceptual destes alunos, dado que a transformação das suas ideias ocorreu de *Resposta Imprecisa* para *Resposta Incompleta*, a actividade de aprendizagem 2 não contribuiu para a continuidade da sua evolução conceptual porque as suas ideias permaneceram na mesma categoria de resposta – *Resposta Incompleta*.

Embora os dados apresentados no Quadro 4.1 apontem para uma evolução conceptual, é necessário perceber o sentido dessa evolução. Assim, apresenta-se o Quadro 4.2 que mostra o percurso das ideias dos alunos através da indicação do número de alunos cujas ideias progrediram e daqueles cujas ideias permaneceram na mesma categoria de resposta.

**Quadro 4.2: Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre transformações físicas da água líquida por alteração da variação da temperatura (n = 18)**

Assunto	Progressão			Mesma posição		
	RI→RA	RImp→RA	RImp→RI	RA→RA	RI→RI	NR→NR
<b>Efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida</b>	3	6	4	2	2	1
<b>Reversibilidade de estado físico da água</b>	0	0	0	16	2	0

**Legenda:** RA – Resposta Aceite; RI – Resposta Incompleta; RImp – Resposta Imprecisa; NR – Não Respondeu.

Na situação *Progressão* incluem-se os alunos que inicialmente não mencionavam qualquer tipo de transformação do estado físico da água líquida com a variação da temperatura e que passaram a indicar uma ou duas transformações. Os alunos que *mantiveram a posição inicial* são aqueles que referem o mesmo tipo de transformação do estado físico da água líquida antes e após a exploração da actividade experimental. É de assinalar a ausência de ocorrência de regressão.

A análise do Quadro 4.2 permite corroborar o contributo da actividade de aprendizagem 1 - *Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?* - na evolução das ideias dos alunos. Verifica-se que a maioria dos alunos (9 – 52,9 %) passa a incluir nas suas respostas a referência às duas situações de alteração de estado físico da água líquida – líquido para gasoso e líquido para sólido - em função do tipo de variação de temperatura (aumento ou diminuição). O impacto positivo desta actividade de aprendizagem é também reforçado pelo facto das ideias da maioria dos alunos que evidenciam esta progressão situarem-se inicialmente na categoria *Resposta Imprecisa*. Assinala-se, ainda, um tipo de mudança conceptual que, embora não conduza a uma resposta cientificamente aceite, mostra que estes alunos já incluem nas suas respostas elementos da resposta cientificamente aceite (*Resposta Incompleta*).

Os dados relativos sobre a possibilidade da água passar de um dado estado físico a outro e retomar o estado físico inicial mostram que são os mesmos alunos, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, que perfilham as ideias cientificamente aceites, não tendo ocorrido qualquer regressão. Verifica-se também a ausência de progressão dos dois alunos que incluem nas suas respostas apenas alguns elementos da resposta considerada cientificamente aceite.

O Quadro 4.3 apresenta a distribuição das ideias dos alunos, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, sobre o efeito da mudança de estado físico na massa e volume da água.

As ideias dos alunos no momento anterior à exploração da componente experimental distribuem-se pelas categorias *Ideias Alternativas (IA)*, *Resposta que conjuga alguns elementos da Resposta Aceite e de Ideias Alternativas (RI+IA)*, *Resposta Aceite (RA)* e *Resposta Incompleta (RI)*. Verifica-se que a maioria das respostas está situada fundamentalmente nas categorias IA e RI+IA. Neste conjunto de respostas, prevalece a noção da alteração da massa e da manutenção do volume da água quando esta passa do estado líquido para o estado sólido.

Na categoria IA estão incluídas respostas como as que a seguir se apresentam:

“O volume não muda, o que muda é a temperatura. A massa altera-se porque a água no estado líquido não pesa muito mas quando passa para o estado sólido nota-se a diferença.” (A16, antes de ensino)

“O volume não se altera porque no estado sólido fica com a mesma medida como no estado líquido e o volume não aumenta nem diminui. A água congelada é mais pesada e a líquida é mais leve.” (A9, antes de ensino)

**Quadro 4.3: Ideias dos alunos sobre o efeito da mudança de estado físico na massa e volume da água, nos momentos antes de ensino (AE) e pós-ensino (PE) (n = 18)**

Categorização das respostas dos alunos	Alunos (f)	
	AE	PE
<b>Resposta Aceite (RA)</b>	<b>5</b>	<b>11</b>
Referência à ocorrência de alteração de volume e à manutenção de massa	5	11
<b>Resposta Incompleta (RI)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
Referência à ocorrência de alteração do volume sem fazer referência à massa	1	4
Referência à manutenção da massa sem fazer referência ao volume.	1	1
<b>Resposta que integra elementos de RI e IA (RI+IA)</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Referência à ocorrência de alteração de volume e de massa	2	0
Referência à manutenção de volume e de massa	2	0
<b>Ideias Alternativas (IA)</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
Referência à manutenção de volume e à ocorrência de alteração de massa	5	2
Referência à ocorrência de alteração da massa sem fazer referência ao volume	2	0

No entanto, na categoria RI+IA, as respostas incluem a referência a elementos da resposta considerada cientificamente aceite: a alteração do volume ou a manutenção da massa. Este tipo de resposta está ilustrado na transcrição seguinte:

“Eu acho que quando a água está no estado líquido e passa para o estado sólido, o volume muda porque quando metemos um bocado de um copo de água num buraco daquelas coisas de fazer gelo no congelador aumenta o volume. Sim, porque às vezes a massa aumenta no estado sólido e diminui no estado gasoso.” (A14, antes de ensino; sublinhado nosso)

Esta última resposta mostra, à semelhança de respostas à primeira questão da actividade de aprendizagem 1 (v. análise do Quadro 4.1), a mobilização pelos alunos de vivências do quotidiano para fundamentar as suas perspectivas.

As respostas incompletas (RI), manifestadas por um número reduzido de alunos, incluem a referência a um só efeito na água aquando da mudança do estado físico, estando assinalado, num caso, apenas a alteração do volume e, no outro, apenas a manutenção da massa. Veja-se, a título de exemplo, as seguintes respostas:

“Na minha opinião, a água quando passa do estado líquido ao estado sólido muda de volume porque a temperatura baixa.” (A15, antes de ensino)

“A massa não se altera porque quando colocámos a água na balança para a medir ela não muda.” (A7, antes de ensino)

As respostas aceites (RA), apresentadas por cinco alunos, incluem a referência à alteração do volume e à manutenção da massa da água, como se verifica nas seguintes respostas:

“A água muda de volume porque quando a metemos no congelador ela congela, a temperatura baixa e o volume muda. A massa não se altera porque a massa é a quantidade do nosso copo e só se vê na balança.” (A13, antes de ensino)

“A água muda de volume: no congelador ela ocupa mais. A massa não se altera porque vemos na balança que fica o mesmo número.” (A8, antes de ensino)

No momento pós-ensino, após a exploração da componente experimental, verifica-se que a maioria das respostas dos alunos está focalizada na categoria *Resposta Aceite*. Verifica-se, também, um aumento do número de respostas na categoria *Resposta Incompleta*. O aumento das respostas nestas categorias (RA e RI) é acompanhado com a diminuição significativa das respostas nas categorias RI+IA e IA. Assim, pode afirmar-se que a exploração da componente experimental contribuiu para a mudança e evolução conceptual das ideias dos alunos. As seguintes respostas são exemplificativas desta mudança:

“Na pergunta 1 e 2 eu escrevia de outra forma. Eu escrevia que o volume aumentava e a massa ficava igual.” (A11, pós-ensino)

“Eu responderia que quando a água passa do estado líquido ao estado sólido aumenta o volume. Na massa da água diria que não pois não aumenta nem diminui, fica igual.” (A17, pós-ensino)

“A água muda de volume porque se estiver em estado líquido e se pusermos no congelador fica em estado sólido e aumenta o volume.” (A18, pós-ensino)



À semelhança da análise efectuada em relação às ideias dos alunos sobre as transformações físicas da água no estado líquido por alteração da variação da temperatura (v. Quadro 4.2), apresenta-se em seguida o tipo de evolução das ideias dos alunos sobre o efeito da mudança de estado físico na massa e volume da água. O Quadro 4.4 apresenta o número de alunos que manifestaram em cada uma das situações a progressão de ideias e que mantiveram as suas ideias da situação antes de ensino para a situação pós-ensino.

**Quadro 4.4: Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre o efeito da mudança de estado físico da água líquida na massa e volume da água (n = 18)**

Efeito da mudança de estado físico da água líquida na sua massa e volume	Progressão			A mesma posição		
	RI+IA→RA	IA→RA	IA→RI	RA→RA	RI→RI	IA→IA
	4	2	3	5	2	2

**Legenda:** RA – Resposta Aceite; RI – Resposta Incompleta; RI+IA – Resposta que conjuga alguns elementos da Resposta Aceite e Ideias Alternativas; IA – Ideias Alternativas

Os dados do Quadro 4.4 permitem corroborar o impacto positivo na aprendizagem dos alunos evidenciado pelos dados do Quadro 4.3. O aumento do número de respostas na categoria *Resposta Aceite* decorreu da transformação das respostas RI+IA e IA para RA. Assinala-se, ainda, a ocorrência de um outro tipo de transformação das ideias dos alunos: passagem de respostas da categoria IA para a categoria RI. Estas duas situações corroboram o impacto da actividade de aprendizagem na ocorrência de mudança conceptual.

O facto das ideias dos alunos que permanecem na mesma posição se situarem, maioritariamente, em categorias de resposta cujas ideias coincidem (RA) ou se aproximam (RI) da resposta considerada cientificamente aceite mostra que a actividade de aprendizagem não teve efeitos negativos na aprendizagem dos alunos cujas ideias se situavam nas duas categorias de resposta mas também não terá contribuído para a evolução conceptual dos alunos situados na categoria RI. O Quadro 4.4 mostra ainda a ausência de influência da actividade de aprendizagem na mudança conceptual de alguns alunos (IA → IA). No entanto, o número bastante limitado de casos em que esta situação ocorre – 2 alunos – não é significativo para questionar a validade educativa desta actividade de aprendizagem.

A actividade de aprendizagem 4 - *Porque se adiciona sal à neve?* - iniciou-se com a exploração de uma notícia de jornal sobre a utilização de sal nas estradas aquando da ocorrência de nevões (Anexo 5), seguida de uma tarefa de natureza experimental focalizada na

análise da temperatura de solidificação da água e da água com sal (Anexo 4). O Quadro 4.5 mostra as ideias dos alunos nos momentos anterior e após a exploração da tarefa experimental atrás mencionada e o número de alunos que as refere em cada um.

**Quadro 4.5: Ideias dos alunos sobre os motivos para se adicionar sal à neve, nos momentos antes de ensino (AE) e pós-ensino (PE) (n = 18)**

Categorização das respostas dos alunos		Alunos (f)	
		AE	PE
<b>Resposta Aceite (RA)</b>		<b>0</b>	<b>6</b>
A solidificação da água com sal exige uma temperatura inferior do que a solidificação da água sem sal, podendo demorar mais tempo.		0	6
<b>Resposta Incompleta (RI)</b>		<b>12</b>	<b>12</b>
A solidificação da água com sal exige um maior período de tempo do que a solidificação da água sem sal (RI <sub>1</sub> )		0	9
O sal provoca a alteração do estado físico da neve (sólido para líquido)	Utilização de linguagem de natureza científica (RI <sub>2</sub> )	0	3
	Utilização de linguagem do senso comum (O sal “derrete” a neve) (RI <sub>3</sub> )	12	0
<b>Resposta Imprecisa (RImp)</b>		<b>6</b>	<b>0</b>
O sal “desfaz” a neve		5	0
O sal “envolve” a neve		1	0

As ideias iniciais dos alunos sobre o efeito do sal no estado físico da neve revelam o uso predominante de linguagem do senso comum, sendo utilizados vocábulos como “derrete”, “desfaz” ou “envolve”. Neste conjunto de respostas, verifica-se que as ideias dos alunos se distribuem por três grupos. No primeiro grupo, inclui-se a maioria das ideias (12 - 66,7%), correspondendo àquelas que mais se aproximam da visão da mudança do estado físico da neve de sólido para líquido. A título de exemplo, apresentam-se as seguintes respostas:

“Eu acho que se puser sal na neve ela derrete.” (A2, antes de ensino; sublinhado nosso)

“Quando cai neve nas estradas, os senhores põem sal para a neve derreter e para ficar em água e para os carros fazerem a circulação.” (A4, antes de ensino; sublinhado nosso)

“Eu acho que quando as senhoras metem sal na neve é para derreter o gelo e para ficar em água.” (A13, antes de ensino; sublinhado nosso)

Num segundo grupo, surgem as respostas que referem que o sal é colocado nas estradas quando neva porque este desfaz a neve. A título de exemplo, registam-se as seguintes respostas:

“Eles metem sal para desfazer a neve que cai.” (A3, antes de ensino, sublinhado nosso)

“Na minha opinião, algumas pessoas põem sal na neve para a desfazer.” (A9, antes de ensino, sublinhado nosso)

No terceiro grupo, inclui-se uma única resposta que se afasta das anteriores por não indicar nenhuma transformação da neve originada pelo sal. É a seguinte resposta:

“O sal é para a neve se deixar envolver. Para andar muito mais depressa de carro e não ter perigo.” (A1, antes de ensino, sublinhado nosso)

A análise dos dados no momento pós-ensino mostra que apenas um número limitado de alunos (6 – 33%) construiu a explicação considerada cientificamente aceite. Apresentam-se, em seguida, alguns exemplos ilustrativos deste tipo de resposta:

“Não, eu responderia que se põe sal na neve para que demore mais tempo a voltar a ficar no estado sólido porque ia precisar de temperaturas mais baixas.” (A17, pós-ensino, sublinhado nosso)

“Eu agora dizia que o sal faz com que seja preciso mais tempo para a temperatura baixar mais para a água voltar ao estado sólido.” (A11, pós-ensino, sublinhado nosso)

Os restantes alunos evidenciam evolução nas ideias iniciais mas apresentam nas suas respostas apenas alguns dos elementos passíveis de descrever e/ou explicar o fenómeno em causa. A título de exemplo, apresentam-se as seguintes respostas:

“Quando se põe sal, a neve passa a água líquida e demora mais tempo a ficar neve outra vez.” (A9, pós-ensino)

“Eu não responderia da mesma forma porque a água com sal demora mais tempo a solidificar e a água sem sal demora menos tempo.” (A5, pós-ensino)

“Eu acho que as pessoas metem sal na neve porque ela fica em água líquida e demora mais algum tempo a ficar outra vez em gelo.” (A13, pós-ensino)

Embora os dados do Quadro 4.5 evidenciem a transformação das ideias dos alunos, é necessário perceber o sentido dessa mudança. Assim, e na sequência das análises efectuadas nas situações anteriores (Quadros 4.2 e 4.4), apresenta-se o Quadro 4.6 que mostra o percurso das ideias dos alunos indicando o número de alunos cujas ideias passaram de uma categoria de resposta a outra com alguns e/ou todos os elementos da resposta considerada cientificamente aceite.

**Quadro 4.6: Frequência e tipo de evolução das ideias dos alunos da situação antes de ensino para a situação pós-ensino sobre o motivo porque se adiciona sal à neve (n = 18)**

Motivos para se adicionar sal à neve	Progressão					
	$RI_3 \rightarrow RA$	$RImp \rightarrow RA$	$RI_3 \rightarrow RI_2$	$RI_3 \rightarrow RI_1$	$RImp \rightarrow RI_1$	$RImp \rightarrow RI_2$
	4	2	1	7	2	2

**Legenda:** RA – Resposta Aceite; RI – Resposta Incompleta; RImp – Resposta Imprecisa

Os dados do Quadro 4.6 mostram dois tipos de mudança/evolução das ideias dos alunos:

1. a mudança/evolução entre categorias de resposta;
2. a evolução dentro da mesma categoria de resposta.

No primeiro caso, inclui-se a evolução das ideias expressas através de linguagem do senso comum que descrevem parcialmente a ocorrência do fenómeno observado em causa ( $RI_3$ ) e a mudança das ideias imprecisas (RImp) para as ideias que apresentam todos os elementos considerados necessários para explicar o fenómeno em estudo (RA). Inclui-se, ainda, neste caso a mudança de ideias imprecisas (RImp) para ideias que interpretam parcialmente a ocorrência do fenómeno observado ( $RI_1$  e  $RI_2$ ). No segundo caso, a evolução das ideias ocorre no seio da mesma categoria de resposta (RI). A maioria dos alunos, do momento antes de ensino para pós-ensino, passa a incluir nas suas respostas a indicação da necessidade de um maior período de tempo para solidificação da água com sal do que para a solidificação da água. Verifica-se, ainda nesta categoria, que um aluno, embora apresente uma ideia focalizada no mesmo tipo de explicação, expressa-a de uma forma diferente, recorrendo a linguagem científica.

Estes dados mostram que, embora a actividade de aprendizagem estivesse direccionada para a compreensão da solidificação da água com sal exigir uma diminuição da temperatura superior ao necessário para a solidificação da água, a ideia que predomina na maioria dos alunos está centrada na necessidade de um maior período de tempo para a ocorrência da solidificação da água com sal.

Em síntese, as concepções predominantes dos alunos do 4º ano de escolaridade, anteriormente ao ensino formal, sobre mudanças do estado físico da água que se afastam do conhecimento cientificamente aceite são as seguintes:

- Ocorrência de apenas uma mudança de estado físico da água por alteração de temperatura (de líquido para gasoso ou de líquido para sólido);
- Ocorrência da alteração da massa da água aquando da mudança de estado físico.

Os resultados da avaliação da intervenção pedagógica evidenciam que as actividades de aprendizagem 1 - *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?* - e 3 - *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?* - tiveram repercussões significativas na mudança/evolução das ideias dos alunos. Enquanto que as ideias da maioria dos alunos em relação ao efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida no momento antes de ensino apontavam apenas a ocorrência de alteração do valor da temperatura da própria água sem indicarem qualquer efeito no seu estado físico, no momento pós ensino já apontam simultaneamente as alterações do estado físico da água quer por aumento quer por diminuição de temperatura. Em relação ao efeito da mudança de estado físico na massa e volume da água, verifica-se que, no momento antes de ensino, as ideias da maioria dos alunos ou se afastam completamente ou conjugam elementos que se aproximam e outros que se afastam da resposta cientificamente aceite. No momento pós-ensino, a maioria dos alunos indica a alteração do volume e a manutenção da massa da água aquando da mudança de estado físico. A análise do percurso dos alunos reforça o impacto das actividades na mudança/evolução conceptual. Embora se verifique uma maior progressão das ideias dos alunos na actividade de aprendizagem 1 – *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?* - do que na actividade de aprendizagem 3 – *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?* -, é necessário assinalar que nesta última actividade o número de alunos que no momento antes de ensino apresentava a resposta considerada como cientificamente aceite era superior ao número de alunos da actividade de aprendizagem 1 que se incluíam nesta categoria de resposta.

Os resultados referentes à implementação da actividade de aprendizagem 2 – *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* - não permitem tirar conclusões sobre o seu impacto na mudança/evolução do conhecimento substantivo porque a maioria dos alunos apresentava no momento antes de ensino a resposta considerada cientificamente aceite. É de salientar que o valor educativo desta actividade não se restringe ao seu papel no desenvolvimento do conhecimento substantivo mas está também dependente do seu papel no desenvolvimento do conhecimento processual. Lembra-se que, nesta actividade de aprendizagem, a definição do procedimento laboratorial a implementar era da competência do aluno.

A actividade de aprendizagem 4 – *Porque se adiciona sal à neve?* – é aquela que teve um menor impacto na mudança/evolução das ideias dos alunos. Embora se verifique que a maioria

dos alunos, do momento antes de ensino para o momento pós-ensino, abandona uma linguagem do senso comum e passa a apresentar respostas mais estruturadas, a principal ideia mobilizada na explicação para a adição do sal à neve focaliza-se no maior período de tempo necessário para que ocorra solidificação e não na necessidade de valores de temperatura mais baixos para que a neve após a fusão volte a solidificar. O facto da actividade de aprendizagem incluir a medição da temperatura e a respectiva observação do estado físico da água em diferentes momentos parece não ter sido suficiente para os alunos compreenderem o principal factor que explica a adição de sal à neve. Este dado exigirá repensar não só a exploração desta temática no 1º ciclo do ensino Básico mas também o modo de operacionalização da actividade laboratorial implementada.

#### **4.2. Impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender**

Nesta secção, procede-se à análise do impacto da intervenção pedagógica no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender através da interpretação das respostas dos alunos às questões da fase *Vamos Reflectir*, presente em todas as actividades de aprendizagem (Anexos 1, 2, 3 e 4).

O Quadro 4.7 mostra a distribuição das respostas dos alunos sobre as competências que apontam terem desenvolvido em cada uma das actividades de aprendizagem realizadas. Assinala-se que o somatório das respostas é superior ao número de alunos uma vez que cada um poderia assinalar mais do que uma competência.

Os dados do Quadro 4.7 mostram que os alunos reconhecem o desenvolvimento de competências tanto do domínio da competência de Aprender a Aprender como do domínio das competências disciplinares através da consecução das três actividades de aprendizagem. A aprendizagem do conhecimento substantivo é reconhecida por todos os alunos nas três actividades de aprendizagem. O facto de assinalarem esta competência em simultâneo ao desenvolvimento de competências do domínio do conhecimento processual e de competências de âmbito sócio-afectivo poderá apontar para a compreensão de que as aprendizagens contemplam não só a compreensão de conceitos, factos, princípios, e o desenvolvimento de processos científicos mas também de atitudes intrapessoais e interpessoais necessárias a uma aprendizagem significativa.

Verifica-se também que ao longo das três actividades de aprendizagem, há um maior número de alunos que assinala cada uma das competências listadas. Este dado poderá ser indicativo do desenvolvimento da consciencialização das aprendizagens efectuadas com o decorrer da execução dessas actividades.

**Quadro 4.7: Competências desenvolvidas pelos alunos nas três primeiras actividades de aprendizagem (n = 18)**

Competências	Alunos (f)		
	Act Ap 1	Act Ap 2	Act Ap 3
<b>Competência de Aprender a Aprender: dimensão sócio-afectiva</b>			
Ouvir os meus colegas	18	18	18
Discutir com os meus colegas	12	15	17
<b>Competência Disciplinar: conhecimento substantivo</b>			
Compreender o efeito da variação da temperatura na mudança do estado físico da água	18	a)	a)
Compreender que a água pode mudar de estado físico e retomar ao estado físico inicial.	a)	18	a)
Compreender o efeito da mudança de estado físico no volume e massa da água	a)	a)	18
<b>Competência Disciplinar: conhecimento processual</b>			
Registar observações numa tabela	15	18	18
Medir	8	17	18
Manusear objectos	9	12	17
Fazer previsões	10	10	17
Fazer cálculos	4	1	16
Contar aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	18	a)	a)
Registar observações através de desenhos	9	a)	a)

**Legenda:**

Act Ap – Actividade de Aprendizagem;

a) Estas actividades não contemplavam a exploração destas competências.

A avaliação da compreensão dos alunos acerca das aprendizagens desenvolvidas em cada actividade e a evolução experienciada da primeira até à última actividade é efectuada através da análise da questão em que os alunos tinham de estabelecer a correspondência entre os objectivos de aprendizagem e os vários momentos/questões que corporizavam a actividade, presente nas três primeiras actividades, e da questão em que tinham de redigir os objectivos de aprendizagem subjacentes à execução da actividade 4. O Quadro 4.8 mostra a distribuição das respostas dos alunos à questão focalizada na correspondência entre os objectivos de aprendizagem e os momentos de cada actividade, patente nas três primeiras actividades de aprendizagem.

Os dados do Quadro 4.8 mostram que a consecução das actividades de aprendizagem conduziu ao desenvolvimento da capacidade dos alunos na compreensão dos objectivos de aprendizagem que lhes estão subjacentes.

**Quadro 4.8: Correspondência 'objectivos de aprendizagem/momentos da actividade' efectuada pelos alunos nas três primeiras actividades (n = 18)**

Relação Objectivos – Momentos da actividade	Act Ap 1	Act Ap 2	Act Ap 3
Estabelece a relação considerada cientificamente aceite entre os 4 objectivos de aprendizagem e os respectivos momentos da actividade	0	1	7
Estabelece a relação considerada cientificamente aceite entre 3 objectivos de aprendizagem e os respectivos momentos da actividade	2	7	9
Estabelece a relação considerada cientificamente aceite entre 2 objectivos de aprendizagem e os respectivos momentos da actividade	2	4	2
Estabelece a relação considerada cientificamente aceite entre 1 objectivo de aprendizagem e o respectivo momento da actividade	5	4	0
Não estabelece a relação considerada cientificamente aceite para nenhum objectivo	9	2	0

**Legenda:** Act Ap – Actividade de Aprendizagem

Verifica-se que a capacidade de estabelecer a correspondência 'objectivos-momentos da actividade' evoluiu com o decorrer das três actividades. Na primeira actividade de aprendizagem, há a salientar três situações:

1. metade dos alunos não consegue estabelecer a correspondência cientificamente aceite (9 – 50,0 %);
2. sete alunos (38,9 %) estabelecem a relação considerada cientificamente aceite para um número limitado de objectivos (1 ou 2);
3. nenhum aluno consegue estabelecer a correspondência cientificamente aceite para todos os objectivos.

Esta situação altera-se na actividade de aprendizagem 2, passando a ocorrer uma distribuição de respostas entre a correspondência aceite de 3 objectivos e a correspondência aceite de 1 e 2 objectivos. Verifica-se, ainda, a diminuição acentuada do número de alunos que não foram capazes de estabelecer a relação considerada cientificamente aceite para nenhum dos objectivos. Os resultados da actividade de aprendizagem 3 apontam para a continuidade da evolução anteriormente experienciada, evidenciando uma melhoria significativa na capacidade



de identificar o objectivo de aprendizagem subjacente à concretização de cada momento da actividade. Verifica-se que a maioria das respostas já se posiciona na correspondência aceite de 4 e 3 objectivos de aprendizagem (16 – 88,9 %). Apenas dois alunos estabelecem a relação aceite para um número limitado de objectivos (dois) e já não se verifica a ocorrência de correspondência não considerada cientificamente aceite para todos os objectivos.

O impacto destas actividades na compreensão dos objectivos de aprendizagem subjacentes a cada uma delas é corroborado pelos dados da questão de resposta aberta da actividade de aprendizagem 4, em que era solicitado aos alunos a indicação das aprendizagens que desenvolveram com a sua execução. O Quadro 4.9 mostra o número total de competências definidas pelos 18 alunos e a sua distribuição pelos vários domínios da competência disciplinar e da competência de Aprender a Aprender.

**Quadro 4.9: Percepções dos alunos sobre as competências desenvolvidas na actividade de aprendizagem 4**

Aprendi a ...		Competências (n = 28)
<b>Competência de Aprender a Aprender</b>		
Dimensão metacognitiva	Reflectir	5
Dimensão sócio-afectiva	Trabalhar em grupo	4
	Ouvir os colegas	3
SUBTOTAL		<b>12</b>
<b>Competência Disciplinar</b>		
Conhecimento substantivo	Compreender as transformações físicas ocorridas	14
Conhecimento processual	Mobilizar processos científicos	2
SUBTOTAL		<b>16</b>

O Quadro 4.9 mostra que os alunos reconhecem aprendizagens efectuadas não só no âmbito da competência disciplinar mas também no âmbito da competência de Aprender a Aprender. Enquanto que, no âmbito da competência de Aprender a Aprender, as respostas dos alunos apontam para aprendizagens diferenciadas, contemplando as dimensões metacognitiva e sócio-afectiva, no âmbito da competência disciplinar, as respostas dos alunos focalizam-se essencialmente na compreensão do conhecimento substantivo, sendo apenas explicitadas duas aprendizagens relativas ao conhecimento processual.

O Quadro 4.10 mostra a distribuição das respostas dos alunos em função do tipo de competências nelas mencionadas.

**Quadro 4.10: Percepções dos alunos sobre o enfoque das aprendizagens desenvolvidas na actividade de aprendizagem 4 (n = 18)**

Competências	Alunos (f)
Aprender a Aprender + Disciplinar	7
Aprender a Aprender	4
Disciplinar	7

Este Quadro indica o número de alunos que refere aprendizagens simultaneamente dos domínios da competência de Aprender a Aprender e da competência disciplinar e o número de alunos que mencionam apenas aprendizagens referentes a uma ou outra competência (Aprender a Aprender ou disciplinar).

O Quadro 4.10 mostra que os alunos reconhecem o desenvolvimento de aprendizagens tanto no domínio da competência de Aprender a Aprender como no domínio da competência disciplinar. Contudo, os alunos que manifestaram uma maior percepção das aprendizagens efectuadas são aqueles 7 alunos que mencionaram aprendizagens simultaneamente do domínio da competência de Aprender a Aprender e do domínio da competência disciplinar.

As respostas seguintes são exemplos da indicação simultânea de aprendizagens no domínio da competência de Aprender a Aprender e da competência disciplinar:

“Aprendi a ajudar a decidir como fazer as coisas em grupo e que a água com sal demora mais tempo a solidificar.” (A3, sublinhado nosso)

“A capacidade que aprendi foi a reflectir melhor. Também aprendi que a água com sal demora muito mais a solidificar.” (A5, sublinhado nosso)

“Aprendi a pensar com os colegas, juntos pensámos melhor. Também aprendi que quando tiver neve, eu ponho sal e fica em estado líquido mais depressa.” (A9, sublinhado nosso)

As respostas seguintes são exemplos da indicação de aprendizagens apenas no domínio da competência de Aprender a Aprender:

“Aprendi a pensar o que me ajuda a aprender.” (A4, sublinhado nosso)

“Aprendi a ouvir os colegas com mais atenção.” (A7, sublinhado nosso)

As respostas seguintes são exemplos da indicação de aprendizagens apenas no domínio da competência disciplinar, focalizadas no conhecimento substantivo:

"Aprendi que quando se põe sal na água ela custa a ficar no estado sólido." (A6, sublinhado nosso)

"Aprendi que a água com sal demora muito mais tempo a congelar porque precisa de mais tempo para a temperatura baixar mais." (A11, sublinhado nosso)

"Aprendi que a água solidifica melhor se não tiver sal." (A12, sublinhado nosso)

"Aprendi que quando meto sal na neve ela fica em água líquida." (A13, sublinhado nosso)

As respostas seguintes são exemplos da indicação de aprendizagens apenas no domínio da competência disciplinar, focalizadas no conhecimento processual:

"Desenvolvi a capacidade de fazer previsões e registar observações numa tabela." (A17, sublinhado nosso)

A capacidade de reflexão do aluno sobre a aprendizagem está ainda evidenciada nas respostas dos alunos sobre os aspectos a melhorar na consecução do trabalho de grupo. A maioria dos alunos apresenta sugestões concretas (14 – 77,8%). Verifica-se que apenas dois alunos consideram que o grupo trabalhou adequadamente, não havendo necessidade de introduzir práticas para melhorar o seu desempenho. Assinala-se, ainda, a resposta de dois alunos que, embora reconheçam a necessidade de melhorar o trabalho de grupo, não apresentam sugestões de intervenção. As principais sugestões apontadas para melhorar o trabalho de grupo prendem-se com:

- Melhorar a atenção (A7, A9, A10, A11, A14, A16, A18)
- Tomada de decisões (A4, A5, A12)
- Colaboração entre elementos do grupo (A8)
- Apresentação de ideias (A17)
- Saber ouvir os colegas (A1; A3)

Em síntese, as actividades de aprendizagem implementadas terão contribuído para o desenvolvimento não só de competências disciplinares mas também da competência de Aprender a Aprender. Neste sentido, terão contribuído para o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre a natureza das aprendizagens desenvolvidas e que estas englobam a compreensão de conceitos, factos e princípios, o desenvolvimento de processos científicos, e o desenvolvimento de capacidades metacognitivas e sócio-afectivas.

#### 4.3. Percepções dos alunos sobre a implementação das actividades laboratoriais-experimentais: dificuldades, vantagens e desvantagens

O enfoque da avaliação da intervenção pedagógica efectuada na presente secção incide nos seguintes objectivos:

- a) Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na execução de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
- b) Identificar as vantagens e/ou desvantagens apontadas pelos alunos à implementação do trabalho de grupo na consecução das actividades laboratoriais-experimentais.

A consecução destes objectivos assentou na recolha de dados a partir da aplicação de um questionário dirigido aos alunos (Anexo 6) e a partir de uma questão, colocada nas quatro actividades de aprendizagem, orientada para a reflexão do aluno sobre as dificuldades sentidas na realização da componente *Vamos Experimentar* (Anexos 1, 2, 3, 4).

As respostas dos alunos às questões 1 e 2 - *Qual foi a actividade que mais gostaste? Justifica a tua resposta* e *Qual foi a actividade que menos gostaste? Justifica a tua resposta* - limitam-se, na maioria dos casos, a indicar a preferência por uma ou outra actividade de aprendizagem, sem fazer referência a factores que a poderiam justificar, relacionados com aspectos motivadores das actividades e com a facilidade e/ou dificuldade de execução dos processos científicos. Neste sentido, os dados obtidos através destas questões permitem assinalar, fundamentalmente, as preferências dos alunos sem ser possível identificar factores facilitadores e/ou de constrangimento à consecução das actividades de aprendizagem. A actividade de aprendizagem 4 - *Porque se adiciona sal à neve?* – foi apontada pela maioria dos alunos (11 - 61,1 %) como tendo sido aquela que mais gostaram. Esta preferência poderá, eventualmente, estar relacionada com a natureza da própria actividade, resultante do seu enfoque numa situação do quotidiano.

Os resultados da questão - *Qual foi a actividade que menos gostaste? Justifica a tua resposta* – mostram uma dispersão de respostas equitativa pelas três primeiras actividades de aprendizagem, tendo sido cada uma apontada por quatro alunos. É, ainda, de sublinhar que cinco alunos não apontaram nenhuma actividade de aprendizagem, afirmando terem gostado de todas. Assim, não há nenhuma actividade que possa ser assinalada como podendo ser desmotivante para os alunos.

As respostas à questão - *Indica em que situações sentiste mais dificuldades* - permitem detectar dificuldades sentidas pelos alunos no desenvolvimento quer de competências disciplinares quer da competência de Aprender a Aprender. O Quadro 4.11 mostra a distribuição das respostas dos alunos relativamente às dificuldades sentidas durante a execução das quatro actividades de aprendizagem que corporizaram a intervenção pedagógica. Assinala-se que o somatório das respostas é superior ao número total de alunos uma vez que cada um poderia assinalar mais do que uma dificuldade. A maioria dos alunos assinalou sentir mais do que uma dificuldade, tendo assinalado entre três a dez dificuldades. Apenas um aluno assinalou sentir uma única dificuldade: *“interagir com os outros elementos do grupo”* (A4).

**Quadro 4.11: Dificuldades sentidas pelos alunos na realização das actividades de aprendizagem**

Dificuldades sentidas em...		Alunos (n = 18)	
		f	%
<b>Competências Disciplinares</b>			
Efectuar cálculos		13	72,2
Registar as observações		12	66,7
Efectuar medições		10	55,6
Prever o que iria acontecer		9	50,0
Manusear os objectos		7	38,9
<b>Competência de Aprender a Aprender</b>			
<b>Dimensão Metacognitiva</b>	Indicar os objectivos de aprendizagem	11	61,1
	Indicar as aprendizagens efectuadas, isto é, as capacidades desenvolvidas	11	61,1
	Dizer aos colegas o que fiz individualmente e em grupo	11	61,1
	Tomar decisões no grupo	9	50,0
<b>Dimensão sócio-afectiva</b>	Discutir as ideias com os colegas e com a professora	12	66,7
	Interagir com os outros elementos do grupo	11	61,1

**Nota:** Este quadro apresenta uma formulação simplificada das opções de resposta patentes no questionário global de avaliação final (Anexo 5).

Os dados do Quadro 4.11 mostram que os alunos manifestaram dificuldades tanto nas tarefas focalizadas no desenvolvimento de competências disciplinares, específicas da área do saber em estudo, como também nas tarefas relacionadas com o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. No primeiro caso – domínio das competências *disciplinares* –, as principais dificuldades estão relacionadas com as operações de cálculo e a representação da informação. O manuseamento dos objectos na consecução da componente experimental das actividades de aprendizagem é a tarefa apontada como sendo aquela em que os alunos sentiram menos dificuldades. No segundo caso – domínio da competência de *Aprender a Aprender* –, as dificuldades apontadas focalizam-se tanto na dimensão metacognitiva

como na dimensão sócio-afectiva. É de notar que, embora os alunos, ao longo das três primeiras actividades de aprendizagem, tenham sido capazes de progressivamente assinalar a relação 'objectivos-momentos da actividade' considerada cientificamente aceite (v. Quadro 4.8) e de, na última actividade de aprendizagem, referir as aprendizagens efectuadas tanto no domínio das competências disciplinares como no domínio da competência de Aprender a Aprender (v. Quadro 4.9), a maioria dos alunos assinala como principais dificuldades, no domínio da dimensão metacognitiva, a indicação dos objectivos de aprendizagem e a indicação das aprendizagens efectuadas. Estas dificuldades poderão estar relacionadas com a falta de familiarização dos alunos com práticas educativas focalizadas na reflexão sobre a aprendizagem. Salienta-se ainda que as dificuldades mencionadas pelos alunos em relação à dimensão sócio-afectiva prendem-se com a discussão de ideias e a interacção no pequeno grupo. Estes dados reforçam a importância de abordagens didácticas sistemáticas e continuadas que permitam o desenvolvimento sustentado das competências referidas, não ficando restritas à implementação de actividades laboratoriais mas expandindo-se aos outros tipos de actividades de aprendizagem.

O Quadro 4.12 mostra a distribuição das respostas dos alunos sobre as dificuldades sentidas na realização da componente *Vamos Experimentar*. Esta questão estava patente nas quatro actividades de aprendizagem.

**Quadro 4.12: Dificuldades sentidas pelos alunos na realização da componente *Vamos Experimentar* ao longo das quatro actividades de aprendizagem (n = 18)**

Dificuldades sentidas		Act Ap 1	Act Ap 2	Act Ap 3	Act Ap 4
<b>Não senti dificuldades</b>		<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
<b>Senti algumas dificuldades</b>	Medição	0	2	2	0
	Registos	1	1	0	0
	Cálculos	a)	a)	2	a)
	Procedimento laboratorial	0	0	0	2
	Leitura	1	0	0	0
	Não especificadas	2	3	0	0
	<b>Subtotal</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Senti muitas dificuldades</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Legenda:** Act Ap – Actividade de Aprendizagem; a) Este processo não estava contemplado nestas actividades

Uma primeira análise dos dados do Quadro 4.12 evidencia que a maioria dos alunos, entre 12 (66,7 %) e 16 (88,9 %), referiu *não sentir dificuldades* e que nenhum aluno indicou *sentir muitas dificuldades* na consecução da componente *Vamos Experimentar* das quatro

actividades de aprendizagem implementadas. Neste sentido, poder-se-á afirmar que os procedimentos laboratoriais mobilizados estarão adequados aos níveis etário e de aprendizagem dos alunos. No entanto, há um número reduzido de alunos em cada actividade de aprendizagem, entre 2 (11,1 %) e 6 (33,3 %), que indica ter *sentido algumas dificuldades*. É de sublinhar que em nenhuma das situações os alunos indicaram razões que justifiquem as dificuldades sentidas. As tarefas em que são sentidas dificuldades diferem de actividade de aprendizagem para actividade de aprendizagem. A medição parece ter sido a tarefa em que estes alunos terão tido mais dificuldades, sentidas, particularmente, nas actividades de aprendizagem 2 e 3. A actividade 2 é aquela em que os alunos terão tido mais dificuldades. Este facto poderá estar relacionado com a sua natureza, dado que, ao contrário das restantes, exige a idealização e definição, pelo próprio aluno, do procedimento laboratorial a implementar com o intuito de obter uma ou mais respostas ao problema inicialmente formulado. A anotação de algumas dificuldades nas tarefas de leitura e de registo apenas nas actividades iniciais e a sua ausência nas actividades de aprendizagem seguintes poderá estar relacionado com a familiarização progressiva dos alunos com este tipo de tarefas. Por fim, assinala-se o facto da ausência de especificação das dificuldades sentidas por cinco alunos na consecução das actividades de aprendizagem 1 e 2 limitar a análise da adequação educativa dos procedimentos laboratoriais nelas implementados.

O Quadro 4.13 apresenta a distribuição das respostas dos alunos à questão *Gostaste de trabalhar em grupo. Porquê?*. É de assinalar que o somatório das frequências relativamente a vantagens é superior ao número total de alunos que as mencionaram porque a resposta de cada aluno incluiu a indicação de mais do que uma vantagem.

**Quadro 4.13: Vantagens e desvantagens do trabalho de grupo indicadas pelos alunos (n = 18)**

Opiniões dos alunos	Alunos	
	f	%
<b>Referência a vantagens</b>	<b>13</b>	<b>72,2</b>
Promoção da entre-ajuda	6	33,3
Melhoria da aprendizagem	3	16,7
Promoção do diálogo	2	11,1
Criação de um ambiente mais lúdico	1	5,5
Referência à existência de vantagens sem estarem claramente especificadas	2	11,1
<b>Referência a desvantagens</b>	<b>5</b>	<b>27,8</b>
Dificuldade de concretização das tarefas	3	16,7
Decorrentes de situações de conflito	2	11,1
Provocadas por comportamentos de distração		

A maioria dos alunos reconhece vantagens na realização de trabalho de grupo, verificando-se que apenas um número bastante reduzido assinala algumas desvantagens. A principal vantagem apontada é a *promoção da entre-ajuda*, como exemplificam as seguintes respostas:

“Eu gostei de trabalhar em grupo porque demos ajudas importantes para o grupo.” (A4)

“Eu gostei de trabalhar em grupo porque nos ajudámos uns aos outros.” (A7)

“Eu gostei de trabalhar em grupo porque sozinha não conseguia fazer tudo.” (A12)

Esta opinião aponta para o reconhecimento do papel do trabalho de grupo no desenvolvimento das relações interpessoais, factor essencial ao funcionamento do grupo e à consecução das tarefas. Neste sentido, o trabalho de grupo é não só uma estratégia facilitadora da aprendizagem dos saberes específicos da área disciplinar mas também uma estratégia promotora do desenvolvimento de competências sociais e, consequentemente, da cidadania dos alunos. No entanto, a opinião dos alunos mostra que também é exactamente a este nível – *relações interpessoais* – que se geram os factores apontados como responsáveis pelas desvantagens do trabalho de grupo. A dificuldade de consecução das tarefas decorre das situações de conflito/atrito e de comportamentos de distracção. É neste sentido que apontam as seguintes respostas:

“Não gostei de trabalhar em grupo porque ninguém me deixou falar.” (A9)

“Não gostei de trabalhar em grupo porque não me dei bem com os colegas de grupo.” (A10)

“Eu não gostei de trabalhar em grupo por causa dos colegas se darem mal.” (A18)

“Não gostei de trabalhar em grupo porque um colega (MP) estava sempre a resmungar e a chatear.”  
(A8)

Os comportamentos de distracção estão também assinalados nas respostas dos alunos à questão centrada na comparação do desempenho de cada aluno no seio do seu grupo de trabalho, incluída na secção *Vamos Reflectir* das quatro actividades de aprendizagem. É um comportamento indicado por alguns alunos como tendo estado presente durante a consecução das quatro actividades de aprendizagem. As respostas da aluna A4 parecem apontar para a persistência deste comportamento ao longo das três primeiras actividades de aprendizagem,



podendo não se ter verificado na última actividade dado ter referido que os vários elementos do grupo tiveram desempenhos idênticos. As respostas desta aluna, que apontam neste sentido, foram as seguintes:

“Alguns meninos do meu grupo não estiveram com atenção.” (A4, Actividade 1)

“Alguns dos meninos brincaram e não trabalharam como um grupo.” (A4, Actividade 2)

“Alguns meninos não estiveram atentos nem empenhados.” (A4, Actividade 3)

A persistência deste comportamento de distracção poderá também ter ocorrido num outro grupo porque diferentes alunos de um mesmo grupo indicaram-no como tendo estado presente nas actividades de aprendizagem 2, 3 e 4:

“Alguns meninos do meu grupo esperavam sempre pela minha resposta pois estavam desatentos.”  
(A16, Actividade 2)

“Uma menina não esteve atenta.” (A16, Actividade 3)

“Uma menina não esteve atenta e não deu sugestões.” (A17, Actividade 3)

“No meu grupo há elementos que não se esforçaram e não deram sugestões.” (A18, Actividade 3)

“Uma menina não esteve atenta nem empenhada e não nos ajudou nos problemas.” (A17, Actividade 4)

“Uma menina estava a perturbar o grupo todo.” (A18, Actividade 4)

As respostas dos alunos apontam ainda para alguns factores que dificultam a concretização do trabalho de grupo. A assunção do papel de líder, aproximada de uma perspectiva de cariz autoritário, é apontada como um factor que dificulta a participação activa do aluno:

“Uma menina não me deixou responder às questões.” (A2, Actividade 1)

“Eu queria ser eu a escrever mas uma menina não me deixou, mas deixou-me ler.” (A3, Actividade 1).

É de assinalar a referência a duas vantagens – *promoção do diálogo* e *criação de um ambiente mais lúdico* - que apontam para a emergência de um ambiente facilitador da consecução do trabalho de grupo. A promoção do diálogo está, por exemplo, ilustrada na seguinte resposta:

“Eu gostei de trabalhar em grupo porque nós tínhamos de discutir as coisas que íamos escrever na ficha.” (A11; sublinhado nosso)

“Eu gostei de trabalhar em grupo porque tínhamos que fazer perguntas uns aos outros.” (A15; sublinhado nosso)

Estas respostas acentuam a relevância da comunicação inter-pares na construção do conhecimento científico, apontando para uma perspectiva de educação em Ciências de cariz sócio-construtivista.

A existência de um ambiente mais lúdico, facilitador da aprendizagem, poderá estar subjacente à seguinte resposta:

“Eu gostei porque eles são muito divertidos.” (A3)

É, ainda, indicada uma outra vantagem - *melhoria da aprendizagem* - que se reporta aos efeitos do trabalho de grupo na aprendizagem mas sem ser especificada a natureza dessas aprendizagens. Não é efectuada nenhuma referência sobre se a melhoria da aprendizagem ocorre a nível do desenvolvimento dos conhecimentos, das capacidades e/ou das atitudes. A referência a vantagens do trabalho de grupo mas sem estarem claramente especificadas corresponde às seguintes respostas: “*porque é muito melhor*” (A2) e “*trabalhar em conjunto é bom*” (A13). Por fim, salienta-se que apenas um aluno referiu em simultâneo mais do que uma vantagem – *melhoria da aprendizagem e promoção da entre-ajuda* - conforme está ilustrado na seguinte resposta: “*sim, porque aprendemos muito melhor e ajudamo-nos uns aos outros*” (A17).

Em síntese, as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das actividades de aprendizagem focalizam-se tanto nas tarefas orientadas para o desenvolvimento de competências disciplinares, específicas da área do saber em estudo, como nas tarefas orientadas para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. No domínio das competências disciplinares, as principais dificuldades estão relacionadas com as operações de cálculo e com a representação de informação. No domínio da competência de Aprender a Aprender, as dificuldades focalizam-se quer na dimensão metacognitiva quer na dimensão sócio-afectiva. Embora os alunos tenham sido capazes de assinalar progressivamente, ao longo das actividades de aprendizagem, a relação ‘objectivos-momentos da actividade’ considerada

cientificamente aceite é precisamente neste âmbito que assinalam as principais dificuldades sentidas. A falta de familiarização dos alunos com tarefas de reflexão poderá justificar a indicação desta dificuldade. A discussão das ideias com os colegas e com o professor e a interação entre os elementos do grupo, condições fundamentais para transformar a construção do conhecimento num processo social, são outras das principais dificuldades apontadas pelos alunos. A maioria dos alunos reconhece vantagens no trabalho de grupo. A principal vantagem está relacionada com a promoção da entre-ajuda. No entanto, alguns apontam desvantagens decorrentes da assunção de comportamentos intrapessoais e interpessoais que dificultam a concretização das tarefas.

Por fim, é de assinalar que os resultados obtidos reforçam a importância da educação em Ciências no 1º ciclo do ensino Básico incidir no desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender, da comunicação e da cooperação paralelamente ao desenvolvimento dos conhecimentos, dos processos e das atitudes próprias da Ciência.

## **V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES**

### **Introdução**

Este último capítulo inicia-se com a apresentação das principais conclusões decorrentes da avaliação da intervenção pedagógica efectuada no presente estudo. Em seguida, são tecidas algumas implicações para a Educação em Ciências. Por fim, efectuam-se algumas sugestões para futuras investigações.

#### **5.1. Principais conclusões do estudo**

Este estudo teve por base os seguintes objectivos:

1. Conceber actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
2. Avaliar o impacto na aprendizagem de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
3. Identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na execução de actividades laboratoriais-experimentais orientadas para o desenvolvimento integrado de competências disciplinares e da competência de Aprender a Aprender;
4. Identificar as vantagens e/ou desvantagens apontadas pelos alunos à implementação do trabalho de grupo na consecução das actividades laboratoriais-experimentais.

O presente estudo apresenta exemplos de actividades de aprendizagem concebidas para a exploração integrada de tarefas orientadas para o desenvolvimento de competências disciplinares e para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. A concepção deste tipo de actividades de aprendizagem inclui a construção de secções focalizadas explícita e intencionalmente na reflexão do aluno sobre a natureza das tarefas desenvolvidas, as estratégias implementadas, as dificuldades sentidas e a idealização de tarefas para as ultrapassar. Estas actividades de aprendizagem, quando alicerçadas numa perspectiva educativa por mudança conceptual, deverão integrar momentos de reflexão sobre a importância para a aprendizagem das tarefas em que o aluno expressa as suas ideias iniciais e efectua a comparação das

conclusões construídas no final da actividade de aprendizagem com as ideias inicialmente manifestadas.

A estratégia de intervenção pedagógica implementada contribuiu, globalmente, para a (re)construção do conhecimento substantivo e para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender.

O impacto da estratégia de intervenção pedagógica na mudança/evolução conceptual é mais notório nas actividades de aprendizagem 1 - *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?* - e 3 - *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*. Este impacto não se verifica na actividade 2 - *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?* - porque, no momento antes de ensino, os alunos já perfilhavam as ideias consideradas cientificamente aceites. No entanto, assinala-se o valor educativo desta actividade de aprendizagem pelo facto de assentar num enfoque que não se limita à aprendizagem do conhecimento substantivo mas que conduz também à aprendizagem de processos científicos e ao desenvolvimento da autonomia do aluno. A definição, pelo próprio aluno, do procedimento laboratorial a implementar para dar resposta(s) a um dado problema exige a tomada de decisões, a reflexão sobre os princípios que subjazem às opções efectuadas e a monitorização da adequação da actividade ao problema e objectivos previamente definidos. A implementação de tarefas de construção do procedimento laboratorial em contexto de trabalho de grupo, usualmente adoptado na consecução deste tipo de actividades de aprendizagem, implica a negociação de sentidos e de decisões.

A actividade de aprendizagem 4 - *Porque se adiciona sal à neve?* – não teve uma repercussão tão significativa para a mudança/evolução conceptual como as actividades de aprendizagem 1 e 3 dada a complexidade do fenómeno científico inerente à interpretação da situação problemática em estudo. No entanto, verifica-se que, do momento antes de ensino para o momento pós ensino, a qualidade das respostas dos alunos evoluiu dado que passaram da utilização de uma linguagem do senso comum para a utilização de uma linguagem de cariz mais científico, repercutindo-se em respostas mais estruturadas. A ideia central apontada pelos alunos na explicação da adição de sal à neve focaliza-se no tempo necessário para que ocorra novamente a solidificação após a fusão da neve e não na necessidade de diminuição dos valores da temperatura para que esse processo ocorra. A exploração desta problemática e a implementação de actividades laboratoriais-experimentais com ela relacionadas no primeiro ciclo do ensino Básico deverão ser repensadas face à complexidade do fenómeno científico.

Independentemente do nível de escolaridade, qualquer actividade laboratorial-experimental implementada neste âmbito deverá estar estruturada de modo a que a ênfase esteja colocada na variação de temperatura para que misturas com diferentes concentrações atinjam a solidificação e não no período de tempo para que essa transformação ocorra.

A análise dos dados relativos às tarefas de reflexão dos alunos indica que as actividades de aprendizagem implementadas terão contribuído para o desenvolvimento não só de competências disciplinares mas também da competência de Aprender a Aprender. Neste sentido, terão contribuído para a compreensão pelos alunos de que as aprendizagens englobam a compreensão de conceitos, factos e princípios, o desenvolvimento de processos científicos, e o desenvolvimento de capacidades metacognitivas e sócio-afectivas.

As dificuldades sentidas pelos alunos na realização das actividades de aprendizagem focalizam-se tanto nas tarefas orientadas para o desenvolvimento de competências disciplinares como nas tarefas orientadas para o desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender. No domínio das competências disciplinares, as principais dificuldades estão relacionadas com as operações de cálculo e com a representação de informação. No domínio da competência de Aprender a Aprender, as dificuldades focalizam-se quer na dimensão metacognitiva quer na dimensão sócio-afectiva. Embora os alunos tenham sido capazes de assinalar progressivamente, ao longo das actividades de aprendizagem, a relação correcta 'objectivos-momentos da actividade', evidenciando a compreensão do contributo das actividades na aprendizagem, é precisamente neste âmbito que assinalam as principais dificuldades sentidas. A falta de familiarização dos alunos com tarefas de reflexão poderá justificar a indicação desta dificuldade.

A maioria dos alunos atribuiu vantagens ao trabalho de grupo. A principal vantagem está relacionada com a promoção da entre-ajuda. No entanto, alguns apontam desvantagens decorrentes da assunção de comportamentos intrapessoais (comportamentos de distração) e interpessoais (situações de conflito) que dificultam a concretização das tarefas.

Em síntese, consideramos que a aprendizagem não estará exclusivamente dependente da reflexão sobre o significado atribuído aos conceitos e da mudança/evolução conceptual experienciada mas exigirá a reflexão metacognitiva sobre os processos/as estratégias mobilizadas na (re)construção do conhecimento científico. Neste sentido, mostra-se relevante o desenvolvimento de cenários educativos que proporcionem a aprendizagem de estratégias de natureza metacognitiva.

## 5.2. Implicações para a Educação em Ciências

A presente secção incide na apresentação de algumas implicações educacionais nas práticas pedagógicas no contexto de sala de aula, na concepção dos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem, na construção de manuais escolares, e na formação inicial e contínua de professores.

As implicações nas práticas pedagógicas, decorrentes da análise deste estudo, incidem, fundamentalmente, nas reformulações que introduziríamos na estratégia pedagógica implementada. A operacionalização de um modelo de ensino orientado para a mudança conceptual exigirá o envolvimento do aluno em processos de reflexão não só sobre o conhecimento substantivo, sobre as transformações ocorridas no modo como são interpretados os fenómenos científicos, mas também sobre a natureza das tarefas, isto é, sobre o papel na aprendizagem de cada uma das etapas que corporizam o referido modelo. Neste sentido, as actividades de aprendizagem deverão incluir questões para o aluno reflectir sobre o papel na aprendizagem dos momentos em que explicita o seu conhecimento prévio sobre os fenómenos em estudo e compara as ideias finais com as ideias iniciais. É também necessário que a reflexão incida sobre o papel da componente experimental e do diálogo entre os alunos na (re)construção do conhecimento científico. Consideramos que o sucesso educativo de uma estratégia orientada para a mudança/evolução conceptual estará dependente da acção de reflexão do aluno sobre as tarefas de aprendizagem.

A análise das respostas dos alunos nas actividades de aprendizagem faz emergir a importância da exploração de situações do quotidiano. Se no estudo efectuado apenas um número limitado de alunos apela ao quotidiano para corroborar as suas explicações sobre os fenómenos científicos, então, será necessário criar espaços para que outros alunos expressem as suas vivências, possibilitando não só a partilha de experiências mas potencializando também a reflexão individual. É, ainda, de salientar a necessidade de promover a consciencialização dos alunos para a importância dos registos escritos na clarificação das ideias prévias e do novo conhecimento.

O desenvolvimento da competência de Aprender a Aprender não pode estar limitado a tarefas pontuais. Reforça-se a necessidade de ser promovido de um modo transversal, devendo constituir uma finalidade educativa inerente a todas as áreas curriculares disciplinares. Este pressuposto tem também repercussões na construção de manuais escolares. Se, por um lado, é

necessário que estes integrem actividades orientadas para a metacognição, por outro lado, é importante que esta integração seja efectuada de um modo consistente e promotor da planificação, monitorização e avaliação da aprendizagem. Uma análise de manuais escolares permite já detectar alguns casos que incluem tarefas direccionadas para a regulação da aprendizagem pelo próprio aluno (ex. Rocha, Lago & Linhares, 2006; Castro, Gomes & Costa, 2008), factor indicativo da aproximação do manual escolar a uma pedagogia para a autonomia (v. Vieira, 1998). No entanto, verifica-se que estas tarefas estão localizadas apenas no final de cada unidade didáctica e focalizadas fundamentalmente na monitorização da aprendizagem do conhecimento substantivo. Por exemplo, no conjunto das oito tarefas de monitorização da aprendizagem apresentadas na secção – *Será que já sei?* – do manual escolar de Rocha, Lago & Linhares (2006), destaca-se a tarefa incluída no bloco de aprendizagem *À Descoberta dos Outros e das Instituições* por ser a única que inclui itens de aprendizagem – “*Consigo pesquisar sobre o passado de uma instituição local...*” e “*Sei recorrer a fontes orais e documentais para a reconstituição do passado de uma instituição...*” – focalizados no desenvolvimento da competência de pesquisa de informação que, embora esteja associada à *História de Portugal*, é de natureza transversal/transferível. Não deixando de valorizar estas tarefas, propomos algumas transformações que assentam na inclusão de tarefas de regulação da aprendizagem em associação com as tarefas focalizadas na (re)construção do conhecimento científico, nomeadamente, através da promoção da consciencialização das dificuldades sentidas e da planificação de estratégias para as ultrapassar. As transformações propostas implicariam também a inclusão de tarefas desta natureza noutros momentos dos blocos de aprendizagem de forma a permitir ao aluno um acompanhamento constante do próprio processo de ensino e aprendizagem. Pretende-se que, ao longo de todo o processo, seja potencializada a reflexão e consciencialização do aluno para as aprendizagens efectuadas. É necessário sublinhar que o desenvolvimento da autonomia do aluno deve ser perspectivado como uma finalidade e estratégia educativa que não pode ficar restrita a abordagens implícitas mas que exige uma operacionalização explícita e intencional. A consecução deste pressuposto exige que esteja valorizado nos documentos oficiais orientadores do processo de ensino-aprendizagem.

As implicações apontadas para a formação inicial e contínua de professores incidem nas metodologias de formação a implementar. Considera-se necessário implementar práticas que promovam as competências de metacognição dos professores, necessárias para interpretarem as suas próprias práticas pedagógicas, para se tornarem capazes de lidar com a incerteza



própria dos contextos educativos, e para desenvolverem a predisposição necessária à reestruturação e inovação das práticas pedagógicas. A análise de casos descritivos de práticas profissionais e a implementação de experiências pedagógicas pelos próprios professores poderão ser vias promotoras do desenvolvimento da reflexividade do professor. A assunção da perspectiva do professor como um prático reflexivo implica que a formação de professores inclua a abordagem de estratégias de investigação pedagógica necessárias para a avaliação das experiências pedagógicas que os professores desejem desenvolver. A constituição de comunidades de aprendizagem poderá ser uma via facilitadora da inovação pedagógica ao permitir um acompanhamento dos professores no processo de desenho, construção, discussão e implementação de actividades de aprendizagem similares às preconizadas no presente trabalho, quebrando o isolamento pedagógico em que muitos professores se encontram. É neste sentido que preconizamos o papel dos Centros de Formação de Professores e a relação Escola-Universidade.

### **5.3. Sugestões para futuras investigações**

Nesta secção apresentam-se algumas propostas para futuras investigações.

Uma primeira proposta incidirá na realização de um estudo interpretativo focalizado na análise de actividades direccionadas para o desenvolvimento da autonomia do aluno, presentes nos manuais escolares do 1º ciclo do ensino Básico, segundo múltiplos olhares: o do investigador, o dos professores utilizadores dos manuais escolares e o dos autores.

Uma segunda proposta incide na concepção, operacionalização e avaliação de estratégias pedagógicas focalizadas na implementação de actividades laboratoriais do tipo investigação, isto é, actividades orientadas para a construção do protocolo laboratorial pelo próprio aluno, analisando os processos de negociação de ideias e decisões mobilizados pelos alunos.

Uma outra proposta prende-se também com a concepção, implementação e avaliação de estratégias de intervenção pedagógica focalizadas no trabalho de grupo segundo os pressupostos da aprendizagem cooperativa. É importante analisar o papel do trabalho de grupo no desenvolvimento da autonomia do aluno.

Importa ainda conhecer as perspectivas dos professores sobre o valor atribuído à autonomia do aluno, em particular, à competência de Aprender a Aprender, na aprendizagem do aluno, os modos como perspectivam a sua operacionalização e os possíveis factores de

constrangimento à sua implementação.

Por fim, sugere-se, ainda, a continuação da implementação de estudos da natureza do presente estudo que atribua ênfase à planificação da aprendizagem em simultâneo à sua monitorização/avaliação.



## Bibliografia

- ABRANTES, Paulo (coord.) (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- AFONSO, Maria Margarida; NEVES, Isabel Pestana & MORAIS, Ana Maria. (2005). *Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores: Um estudo sociológico no 1º ciclo do ensino básico*. Revista de Educação, Ano XIII, número 1, 5-37.
- AFONSO, Maria Margarida (2008). *A educação científica no 1.º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- ALMEIDA, Ana (1998). *Papel do trabalho experimental na Educação em Ciências*, Revista Comunicar Ciência, número 1, 4-5.
- ALONSO, Luísa, ROLDÃO, Maria do Céu & VIEIRA, Flávia. (2006). Construir a competência de aprender a aprender: percurso de um projecto CCAA. In A. Moreira, J. A. Pacheco, S. Cardoso & A. Silva (Orgs.), *Actas do VII Colóquio sobre Questões Curriculares (III Colóquio Luso-Brasileiro) Globalização e (des)igualdades: os desafios curriculares*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 3105-3118.
- BACHELARD, Gaston (2006: 1ª edição). *A formação do espírito científico*. Lisboa: Dinalivro (Edição original: 1938).
- BARDIN, Laurence (2004: 3ª edição). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BOADAS, Elena (2001). La enseñanza estratégica de las ciencias naturales. In C. Monereo (coord.), *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica*. Barcelona: Graó, 107-143.
- BREEN, Michael & LITTLEJOHN, Andrew (2000). The significance of negotiation. In M. P. Breen & A. Littlejohn, (Eds.). *Classroom decision-making: negotiation and process syllabuses in practice*. Cambridge: Cambridge University Press, 1-38.
- CAAMAÑO, Aureli (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. In M. P. Jiménez Aleixandre (coord.), *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó, 95-118.
- CACHAPUZ, António; PRAIA, João & JORGE, Manuela (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

- CARRETERO, Reyes & FUENTES, Marta (2010). *La competencia de Aprender a Aprender*. Aula de Innovación Educativa, Año XIII, número 192, 6-9.
- CARVALHO, Maria Armanda (2012). *As Actividades Laboratoriais na Aprendizagem de Processos científicos: O Contributo dos Manuais Escolares de Estudo do Meio do 4º ano do 1º ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- CASTRO, Maria José; GOMES, Fernando & COSTA, Maria Teresa (2008). *Trampolim 4. Estudo do 3º Meio, 4º ano do Ensino Básico*. Porto: Porto Editora.
- CHARPAK, Georges (1997). *As Ciências na escola primária. Uma proposta de acção*. Mem Martins: Editorial Inquérito (Edição original: 1996).
- COELHO DA SILVA, José Luís & LEITE, Laurinda (1997). Actividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. In P. Bértolo Pichel, R. López & M. González Adán (coords.). *Boletín das Ciencias, X Congreso de Enciga, Ano X, número 32*. Santiago de Compostela: Enciga, 259-264.
- COELHO DA SILVA, José Luís (1996). *O sistema de aquisição e tratamento de dados como um meio para promover a mudança conceptual: um estudo sobre «fotossíntese» com alunos do 10.º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- COELHO DA SILVA, José Luís (1998). A abordagem da «fotossíntese» em manuais escolares espanhóis e portugueses: uma análise centrada no desenvolvimento do conteúdo. In M. Arias Fernández, M. Dapena Martínez & A. Sastre Garrote (coords.). *XI Congreso de ENCIGA (Asociación de Ensinantes de Ciências de Galicia), Boletín das Ciencias, Ano XI, nº 36*. Santiago de Compostela: ENCIGA, 68-77.
- COELHO DA SILVA, José Luís (2000). Manuais escolares de Biologia-Geologia. Características e implicações na formação de professores. In M. H. Araújo e Sá (Org.). *Investigação em didáctica e formação de professores*. Porto: Porto Editora, 32-54.
- COELHO DA SILVA, José Luís (2009). Actividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das ciências. In F. Vieira, M. A. Moreira, J. L. Coelho da Silva & M. C. Melo (eds.). *Pedagogia para a autonomia - Reconstruir a esperança na educação. Actas do 4º Encontro do GT-PA (Grupo de Trabalho - Pedagogia para a Autonomia)*. Braga: Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação. CD-ROM

- COSTA, Maria da Conceição (1996). *Utilização de software hipermédia no ensino da Química. Um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade sobre a constituição da matéria*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- COSTA PEREIRA, Duarte (2007). *Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade. Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea. Volume 1*. Porto: Universidade do Porto.
- DEB-ME (Departamento de Educação Básica. Ministério da Educação) (2006: 5ª edição). *Organização Curricular e Programas, Ensino Básico – 1.º ciclo*. Mem Martins: Editorial do Ministério da Educação.
- DENSCOMBE, Martyn (1998). *The Good Research Guide for small-scale social research projects*. Buckingham: Open University Press.
- DIÁRIO DA REPÚBLICA – II Série. Ministério da Educação. Despacho 19575/2006.
- DRIVER, Rosalind & OLDHAM, Valerie (1995). Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciência. In R. Porlán, J. García & P. Cañal (Comps.). *Construtivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada Editora, 113-134.
- DUARTE, Maria da Conceição & FARIA, Maria dos Anjos (1992). Ciência do professor e conhecimentos dos alunos. In M. Pereira (coord.). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta, 62-97.
- ESTEVES, Manuela (2006). A análise de conteúdo. In J. A. Lima & J. A. Pacheco (orgs), *Fazer investigação. Contributos para a elaboração de dissertações e teses*. Porto: Porto Editora, 105-126.
- FONTES, Alice & FREIXO, Ondina (2004). *Vygotsky e a aprendizagem cooperativa. Uma forma de aprender melhor*. Lisboa: Livros Horizonte.
- FONTES, Alice & SILVA, Iolanda (2004). *Uma nova forma de aprender Ciências: a educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Porto: Edições ASA.
- FOSNOT, Catherine (1999). *Construtivismo e educação. Teoria, perspectivas e prática*. Lisboa: Instituto Piaget (Edição original: 1996).
- FREITAS, Luís Miguel (2005). *Mudança Conceptual no tema Terra no Espaço com base na interdisciplinaridade em Ciências Físicas e Naturais no 3º ciclo*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.

- FREITAS, Vera (2003). *A perspectiva de ensino CTS no 1º CEB: um estudo de intervenção pedagógica no 4º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- HARLEN, Wynne (1988). *Teaching and Learning Primary Science*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- JIMENÉZ ALEIXANDRE, Maria Pílar (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciências. In M.P. Jiménez Aleixandre (coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, e. Pedrinaci & A. De Pro, *Enseñar Ciéncias*. Barcelona: Graó, 55-71.
- JIMÉNEZ RAYA, Manuel; LAMB, Terry & VIERA, Flávia (2007). *Pedagogy for autonomy in language education in Europe. Towards a framework for learner and teacher development*. Dublin: Authentik.
- JOHNSON, David & JOHNSON, Roger (1999). What makes cooperative learning work. In D. Kluge, S. McGuire, D. Johnson & R. Johnson (Eds), *Jalt Apllied materials: Cooperative learning*. Tokyo: Japan Association for Language Teaching, 23-36.
- LOPES DA SILVA, Adelina; DUARTE António; SÁ, Isabel. & VEIGA SIMÃO, Ana (2004). *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais*. Porto: Porto Editora.
- MARTÍN, Elena & MORENO, Amparo (2007). *Competencia para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- MARTÍNES-LOSADO, Christina. & GARCÍA BARROS, Susana. (2003). *Las actividades de primaria y eso incluídas en libros escolares. Qué objetivo persiguen? Qué procedimientos enseñan?* Enseñanza de las Ciencias, Ano 2, número 22, 243-264.
- MARTINS, Isabel *et al.* (2007). *Educação em Ciência e Ensino Experimental. Formação de professores*. Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- MARTINS, Isabel & VEIGA, Maria Luísa (1999: 1ª edição). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da Educação em Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- MATOS, Goreti; VALADARES & Jorge (2001). *O efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico*. Investigações em Ciência, Ano 6, número 2, 227-239.

- MONEREO, Carles (coord.) (2001: 1ª edição). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo. Unidades didácticas de enseñanza estratégica para la ESO*. Barcelona: Editorial Graó.
- OLIVEIRA, Maria Teresa (1999). *Trabalho Experimental e Formação de Professores*. Ensino Experimental e Construção de Saberes. Lisboa: Conselho Nacional de Educação – Ministério da Educação, 35-53.
- PARDAL, Luís & LOPES, Eugénia (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores.
- PEREIRA, Alda (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- PINHEIRO, Cláudia; CARVALHO, Maria Armada & COELHO DA SILVA, José Luís (2011). Investigar o papel das actividades experimentais na aprendizagem do estudo do Meio no 1.º ciclo: dois estudos de caso. In A. Barca Lozano *et al.* (orgs.). *Libro de Actas XI Congreso Internacional Galego - Portugués de Psicopedagogía*. Coruña: Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxia e Educacion, Universidade da Coruña e Universidade do Minho (1933-1943).
- POZO, Juan Ignacio (1996). *Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de donde vienen, a donde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas*. Alambique, Ano III, número 7. Barcelona: Graó (18-26).
- PUJOL, Rosa (2007). *Didáctica de las Ciencias en la educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- ROCHA, Alberta; LAGO, Carla; LINHARES, Manuel (2006). *Amiguinhos 4º ano – Estudo do Meio*. Lisboa: Texto Editores.
- SÁ, Joaquim (2002: 2ª edição actualizada). *Renovar as práticas no 1.º ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora (Edição original: 1994).
- SÁ, Joaquim & VARELA, Paulo (2004). *Crianças aprendem a pensar ciências. Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.
- SÁ, Joaquim & VARELA, Paulo (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: uma proposta didáctica para o 1º ciclo*. Porto: Porto Editora
- SANMARTÍ, Neus (2010). *Aprender a evaluarse: motor de todo aprendizaje*. Aula de Innovación Educativa, Año XIII, número 192, 26-29.
- SANTOS, Maria da Conceição (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.



- SANTOS, Maria Eduarda & PRAIA, João (1992). Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências, sua fundamentação Epistemológica. In F. Cachapuz (coord.). *Ensino das ciências e formação de professores*. Número 1, Projecto Mutare, Aveiro: Universidade de Aveiro, 7-34.
- SANTOS, Maria Eduarda (1998: 2ª edição). *Mudança Conceptual na Sala de Aula: Um desafio Pedagógico Epistemologicamente Fundamentado*. Lisboa: Livros Horizonte.
- SANTOS, Maria Eduarda (2001). *A cidadania na voz dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?*. Lisboa: Livros Horizonte.
- SILVA, Susana (2009). *A negociação pedagógica: um estudo de caso na educação em línguas*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- TENREIRO-VIEIRA, Celina & VIEIRA, Rui (2000). *Promover o pensamento crítico dos alunos. Propostas concretas para a sala de aula*. Porto: Porto Editora.
- TENREIRO-VIEIRA, Celina (2002). *O Ensino das Ciências no Ensino Básico: Perspectiva histórica e tendências actuais*. Psicologia, Educação e Cultura. Ano VI, número 1, 185-201.
- THOUIN, Marcel (2008a). *Resolução de Problemas Científicos e Tecnológicos nos ensinios pré-escolar e básico 1.º ciclo*. Lisboa: Instituto Piaget (Edição original: 2004).
- THOUIN, Marcel (2008b). *Ensinar as ciências e a tecnologia nos ensinios pré-escolar e básico 1.º ciclo*. Lisboa: Instituto Piaget.
- VIEIRA, Flávia & COELHO DA SILVA, José Luís (2009). *Estratégias de promoção da autonomia: negociação, regulação, mudança conceptual, resolução de problemas*. Documento criado no âmbito da oficina de formação GT-PA (Grupo de Trabalho – Pedagogia para a Autonomia): Promover uma pedagogia para a autonomia na escola. Braga: Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- VIEIRA, Flávia, GOMES, Álvaro, GOMES, Carlos, SILVA, José Luís, MOREIRA, Maria Alfredo, MELO, Maria do Céu & ALBUQUERQUE, Pedro (2002). *Concepções de pedagogia universitária. Um estudo na Universidade do Minho*. Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- VIEIRA, Flávia & MOREIRA, Maria Alfredo (2011). *Supervisão e avaliação do desempenho docente: Para uma abordagem de orientação transformadora*. Lisboa: Ministério da Educação.

- VIEIRA, Flávia (1998). *Autonomia na Aprendizagem da Língua Estrangeira: uma intervenção pedagógica em contexto escolar*. Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Instituto de Educação e Psicologia.
- VIEIRA, Flávia (2010: 2ª edição). Formação reflexiva de professores e pedagogia para a autonomia: para a construção de um quadro ético e conceptual da supervisão pedagógica. In F. Vieira, M.A. Moreira, I. Barbosa, M. Paiva, & I. S. Fernandes, (auts.). *No caleidoscópio da supervisão: imagens da formação e da pedagogia*. Mangualde: Edições Pedago, 15-45, (Edição original: 2006).
- VYGOTSKY, Lev (1987). *Pensamento e Linguagem*. S. Paulo: Martins Fontes Editora.



## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **Actividade de Aprendizagem 1**

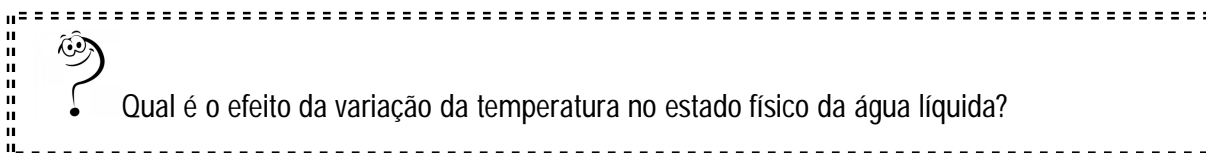
***Qual é o efeito da variação da temperatura no estado físico da água líquida?***



## Actividade de Aprendizagem 1

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

### Fase 1: INTRODUÇÃO



Com esta actividade pretendo:



- ✓ Identificar o efeito da temperatura no estado físico da água líquida;
- ✓ Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões ...);
- ✓ Melhorar a minha capacidade de descrever as tarefas que realizo nas aulas;
- ✓ Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.



Mãos à obra:

Esta actividade é constituída por várias tarefas. Algumas são para realizares individualmente e outras para executares em grupo, conforme está a seguir indicado.

Fase	Resolução	Designação	Momento de...
1	Grupo	Introdução	Conhecer o que vamos fazer
2	Individual	As Minhas Ideias	Mostrar o que já sabes
3	Grupo	Vamos Experimentar	Recolher e analisar dados
4	Grupo	Vamos Comunicar	Partilhar o que aprendeste
5	Individual	Vamos Reflectir	Reflectir sobre o que fizeste

Só deverás iniciar cada fase depois de teres terminado a anterior.  
Bom Trabalho!





## Fase 2: AS MINHAS IDEIAS

### Tarefa individual

1. Que alteração achas que ocorre no estado físico da água líquida quando se altera a temperatura?

---

---

2. Discute a tua resposta com a tua professora e com os teus colegas. Após a discussão, escreve as respostas que sejam diferentes da tua.

---

---

-----

## Fase 3: VAMOS EXPERIMENTAR



### Tarefa em grupo (A executar pelos grupos 1 e 2)

Material (o que precisamos)

- ✓ Água;
- ✓ Proveta;
- ✓ Gobelé;
- ✓ Congelador;
- ✓ Termómetro.

Procedimento (o que vamos fazer)

a) Coloca 50 cm<sup>3</sup> de água no recipiente de plástico. Mede a temperatura do local em que a água se encontra (*situação 1 – temperatura ambiente*) e regista no Quadro I. Assinala, com um X, no Quadro I o estado físico da água.

b) Coloca a água no congelador. Mede a temperatura do local em que a água se encontra (*situação 2 – temperatura congelador*) e regista no Quadro I. Aguarda 60 minutos e retira o recipiente do congelador. Assinala, com uma cruz (X), no Quadro I o estado físico da água.

Quadro I

Estado físico	Água	
	Situação 1 À temperatura de _____ °C	Situação 2 À temperatura de _____ °C
Sólido		
Líquido		
Gasoso		

3. Apresenta à turma o registo efectuado no Quadro I. Compara-o com o dos outros grupos discutindo o efeito da temperatura no estado físico da água. Regista as conclusões a que chegaram.

---



---



---

### Fase 3: **VAMOS EXPERIMENTAR**



*Tarefa em grupo* (A executar pelos **grupos 3 e 4**)

Material (o que precisamos)

- ✓ Água;
- ✓ Gobelé;
- ✓ Termómetro;
- ✓ Placa de aquecimento.

Procedimento (o que vamos fazer)

- a) Coloca 50 cm<sup>3</sup> de água no gobelé. Mede a temperatura da água, regista-a no Quadro I (*situação 1*) e assinala com uma cruz (X) o estado físico em que se encontra.
- b) Coloca o gobelé na placa de aquecimento com a ajuda da tua professora. Observa durante 5 minutos o que acontece à água e regista no Quadro I o estado físico em que se encontra (*situação 2*). Mede, com a ajuda da professora, a temperatura da água e regista-a no Quadro I. Faz um desenho do que acontece e explica-o escrevendo uma frase.

Quadro I

Estado físico	Água	
	<i>Situação 1</i> À temperatura de ____ °C	<i>Situação 2</i> À temperatura de ____ °C
Sólido		
Líquido		
Gasoso		

Desenho

Frase

---



---

3. Apresenta à turma o registo efectuado no Quadro I. Compara-o com o dos outros grupos discutindo o efeito da temperatura no estado físico da água. Regista as conclusões a que chegaram.

---

---

---

4. Assinala a opção que corresponde à conclusão a que chegaste com a realização desta actividade:

- a) O estado físico da água só se altera quando se aumenta a temperatura.
- b) O estado físico da água só se altera quando se diminui a temperatura.
- c) O estado físico da água altera-se quer com o aumento quer com a diminuição da temperatura.

5. Completa as seguintes afirmações colocando no espaço em branco a palavra *aumenta* ou *diminui*:

- a) A passagem da água do estado líquido ao estado sólido ocorre quando a temperatura \_\_\_\_\_
- b) A passagem da água do estado líquido ao estado gasoso ocorre quando a temperatura \_\_\_\_\_

---

#### Fase 4: **VAMOS COMUNICAR**



*Tarefa em grupo*

6. Agora vão, em grupo, fazer uma composição escrita para comunicar aos teus colegas o trabalho que realizaste. Se desejares poderás incluir um desenho.

Na composição deverás explicar o que já sabiam antes de realizar a experiência, descrever como fizeram a experiência e as conclusões a que chegaram.



7. Chegou a altura de apresentar a vossa composição à turma. Para isso, o grupo deverá escolher o elemento que fará a leitura. Discute a composição com a turma e escreve as opiniões dadas pelos teus colegas.

---

---

---

## Fase 5: **VAMOS REFLECTIR**



### Tarefa individual

Visto que já realizaste a fase *Vamos Experimentar* responde às seguintes questões:

8. Relê as respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

---



---

9. Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

☐

Senti dificuldades.

☐  
☐

Muitas: \_\_\_\_\_

Algumas: \_\_\_\_\_

☐

Não senti dificuldades.

10. Assinala com uma cruz (X) o modo como participaste na realização do trabalho de grupo.

Contributo	Alunos			
Estive atento e empenhado no trabalho				
Dei sugestões importantes para o trabalho a realizar				
Ouvi os colegas com atenção				
Respeitei ideias e opiniões dos colegas				
Ajudei a resolver problemas/dificuldades				
Ajudei a completar a tarefa				

11. Agora, copia para o quadro anterior o registo que cada um dos teus colegas fez do modo como participou no trabalho de grupo e responde à pergunta seguinte.

Há diferenças no modo como cada um dos elementos participou no trabalho de grupo? Se sim, quais são?

---



---

12. Indica no Quadro II, assinalando com uma cruz (X), as capacidades que desenvolveste durante a realização desta actividade.

Quadro II

Desenvolvi a:	Sim (X)
... capacidade de fazer previsões	
... capacidade de medir	
... fazer cálculos	
... capacidade de registar observações numa tabela	
... capacidade de registar observações através de desenhos	
... capacidade de manusear objectos	
... compreensão do efeito da variação da temperatura na mudança do estado físico da água	
... capacidade de ouvir os meus colegas	
... capacidade de discutir com os meus colegas	
... capacidade de contar aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	

13. Preenche o Quadro III indicando a fase da actividade e as questões que correspondem aos objectivos de aprendizagem.

Quadro III

Objectivo	Momento da Actividade	
	Fase	Questão
Identificar o efeito da temperatura no estado físico da água.		
Melhorar a minha participação no trabalho em grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões)		
Melhorar a minha capacidade de descrever as tarefas que realizo na aula		
Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor		

## **ANEXO 2**

### **Actividade de Aprendizagem 2**

***Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?***



## Actividade de Aprendizagem 2

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

### Fase 1: INTRODUÇÃO



Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?

Com esta actividade pretendo:



- ✓ Melhorar a minha capacidade de efectuar registos de observações;
- ✓ Compreender o comportamento da água quando sujeita a alterações de temperatura;
- ✓ Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões...);
- ✓ Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.



Mãos à obra:

Esta actividade é constituída por várias tarefas. Algumas são para realizares individualmente e outras para executares em grupo, conforme está a seguir indicado.

Fase	Resolução	Designação	Momento de...
1	Grupo	Introdução	Conhecer o que vamos fazer
2	Individual	As Minhas Ideias	Mostrar o que já sabes
3	Grupo	Vamos Experimentar	Recolher e analisar dados
4	Individual	Vamos Reflectir	Reflectir sobre o que fizeste

Só deverás iniciar cada fase depois de teres terminado a anterior.  
Bom Trabalho!





## Fase 2: **AS MINHAS IDEIAS**

### *Tarefa individual*

1. O que achas que acontece a uma quantidade de água no estado líquido se colocada no congelador durante 1 hora e depois novamente à temperatura ambiente? Justifica a tua opinião.

---

---

2. Discute a tua opinião com a tua professora e com os teus colegas. Após a discussão, regista as respostas que são diferentes da tua.

---

---

-----

## Fase 3: **VAMOS EXPERIMENTAR**



### *Tarefa em grupo*

Diz como procederias para analisares as ideias que referiste na fase *As Minhas Ideias*. Para tal completa os espaços seguintes:

Material (o que precisamos)

✓ \_\_\_\_\_  
✓ \_\_\_\_\_  
✓ \_\_\_\_\_

Procedimento (o que vamos fazer)

b) \_\_\_\_\_  
c) \_\_\_\_\_  
d) \_\_\_\_\_  
e) \_\_\_\_\_

Registos a efectuar

---

---

3. Discute o teu procedimento com os teus colegas e a tua professora. Regista as sugestões de alteração apresentadas.

---

---

4. Escolhe com a tua professora e os teus colegas o procedimento a realizar e executa-o.

5. Com base nas tuas observações e registos, o que concluis acerca da possibilidade da água passar de um estado físico a outro e retomar o anterior?

---

---

6. Discute a tua resposta com os teus colegas e a tua professora. Regista as conclusões a que chegaram.

---

---

-----

#### Fase 4: **VAMOS REFLECTIR**



*Tarefa individual*

Visto que já realizaste a fase *Vamos Experimentar* responde às seguintes questões:

7. Relê as tuas respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

---

---

8. Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

☐

Senti dificuldades.

☐  
☐

Muitas: \_\_\_\_\_

Algumas: \_\_\_\_\_

☐

Não senti dificuldades.

9. Assinala com uma cruz (X) o modo como participaste no trabalho de grupo.

Quadro I

Contributo	Alunos			
Estive atento e empenhado no trabalho				
Dei sugestões importantes para o trabalho a realizar				
Ouvi os colegas com atenção				
Respeitei ideias e opiniões dos colegas				
Ajudei a resolver problemas/dificuldades				
Ajudei a completar a tarefa				

10. Agora, copia para o quadro anterior o registo que cada um dos teus colegas fez do modo como participou no trabalho de grupo e responde à pergunta seguinte:

Há diferenças no modo como cada um dos elementos participou no trabalho de grupo? Se sim, quais são?

---



---

11. Indica no Quadro II, assinalando com uma cruz (X), as aprendizagens que desenvolveste durante a realização desta actividade.

Quadro II

Desenvolvi a:	Sim (X)
... capacidade de fazer previsões	
... capacidade de medir	
... capacidade de fazer cálculos	
... capacidade de registar observações numa tabela	
... capacidade de manusear objectos	
... compreensão de que a água pode mudar de estado físico e retomar o estado físico inicial	
... capacidade de ouvir os meus colegas	
... capacidade de discutir com os meus colegas	
... capacidade de contar aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	

12. Preenche o Quadro III indicando a fase da actividade e as questões que correspondem aos objectivos de aprendizagem.

Quadro III

Objectivo	Momento da Actividade	
	Fase	Questão
Melhorar a minha capacidade de efectuar registos de observações.		
Compreender o comportamento da água quando sujeita a alterações de temperatura		
Melhorar a minha participação no trabalho em grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões)		
Reflectir sobre como aprendi e o que posso fazer para aprender melhor.		

## **ANEXO 3**

### **Actividade de Aprendizagem 3**

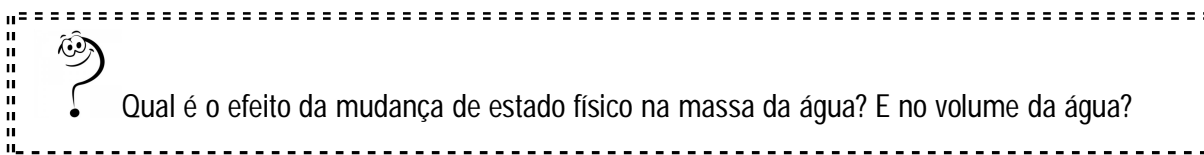
*Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*



### Actividade de Aprendizagem 3

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

#### Fase 1: INTRODUÇÃO



Com esta actividade pretendo:



- ✓ Identificar o efeito da mudança de estado físico na massa da água;
- ✓ Identificar o efeito da mudança de estado físico no volume da água;
- ✓ Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões...);
- ✓ Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.



Mãos à obra:

Esta actividade é constituída por várias tarefas. Algumas são para realizares individualmente e outras para executares em grupo, conforme está a seguir indicado.

Fase	Resolução	Designação	Momento de...
1	Grupo	Introdução	Conhecer o que vamos fazer
2	Individual	As Minhas Ideias	Mostrar o que já sabes
3	Grupo	Vamos Experimentar	Recolher e analisar dados
4	Individual	Vamos Reflectir	Reflectir sobre o que fizeste

Só devers iniciar cada fase depois de teres terminado a anterior.  
Bom Trabalho!



## Fase 2: **AS MINHAS IDEIAS**

### *Tarefa individual*

1. Na tua opinião, a água quando passa do estado líquido ao estado sólido altera o seu volume? E a sua massa altera-se? Porquê?

---

---

---

---

2. Discute a tua resposta com a tua professora e com os teus colegas. Após a discussão escreve as respostas diferentes da tua.

---

---

---

---

-----

## Fase 3: **VAMOS EXPERIMENTAR**



### *Tarefa em grupo*

Material (o que precisamos)

- ✓ Provetas graduadas de plástico
- ✓ Balança
- ✓ Marcador

Procedimento (o que vamos fazer)

- a) Regista a massa da proveta graduada vazia ( $M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ).
- b) Coloca 50 cm<sup>3</sup> de água na proveta graduada. Marca o nível com o marcador.
- c) Regista a massa ( $M_{\text{proveta com água 1}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ). Calcula a massa de água pela diferença entre a massa da proveta cheia e a massa da proveta vazia

$$(M_{\text{água 1}} = M_{\text{proveta com água 1}} - M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}).$$

- d) Coloca a proveta no congelador. Aguarda 60 minutos.
- e) Retira a proveta do congelador. Mede o volume da água e regista           . Mede e regista a respectiva massa ( $M_{\text{proveta com água 2}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ). Calcula a massa de água pela diferença entre esta medição e a massa da proveta vazia. Regista as observações efectuadas.

$$(M_{\text{água 2}} = M_{\text{proveta com água 2}} - M_{\text{proveta vazia}} = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}).$$

3. Regista, no quadro seguinte (Quadro I), os valores obtidos (volume e massa) nas situações 1 (inicial) e 2 (final) e compara-os.

Quadro I

	Inicial	Final	Verifico que...
Volume			
Massa			

-----

#### Fase 4: **VAMOS REFLECTIR**



##### *Tarefa individual*

Visto que já realizaste a fase *Vamos Experimentar* responde às seguintes questões:

4. Relê as tuas respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

---



---

5. Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

☐

Senti dificuldades.

☐  
☐

Muitas: \_\_\_\_\_

Algumas: \_\_\_\_\_

☐

Não senti dificuldades.

6. Assinala com uma cruz (X) o modo como participaste na realização do trabalho de grupo.

Contributo	Alunos			
Estive atento e empenhado no trabalho				
Dei sugestões importantes para o trabalho a realizar				
Ouvi os colegas com atenção				
Respeitei ideias e opiniões dos colegas				
Ajudei a resolver problemas/dificuldades				
Ajudei a completar a tarefa				



7. Agora, copia para o quadro anterior o registo que cada um dos teus colegas fez do modo como participou no trabalho de grupo e responde à pergunta seguinte:

Há diferenças no modo como cada um dos elementos participou no trabalho de grupo? Se sim, quais são?

---



---

8. Indica no Quadro II, assinalando com uma cruz (X), as capacidades que desenvolveste durante a realização desta actividade.

Quadro II

Desenvolvi a:	Sim (X)
... capacidade de fazer previsões	
... capacidade de efectuar medições	
... capacidade de fazer cálculos	
... capacidade de registar observações numa tabela	
... capacidade de manusear objectos	
... compreensão do efeito da mudança de estado físico no volume da água	
... compreensão do efeito da mudança de estado físico na massa da água	
... capacidade de ouvir os meus colegas	
... capacidade de discutir com os meus colegas	
... capacidade de dizer aos meus colegas o que fiz individualmente ou em grupo	

9. Preenche o Quadro III indicando a fase da actividade e as questões que correspondem aos objectivos de aprendizagem.

Quadro III

Objectivo	Momento da Actividade	
	Fase	Questão
Identificar o efeito da mudança de estado físico no volume e na massa da água		
Melhorar a minha participação no trabalho em grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões)		
Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor		

## **ANEXO 4**

### **Actividade de Aprendizagem 4**

*Porque se adiciona sal à neve?*

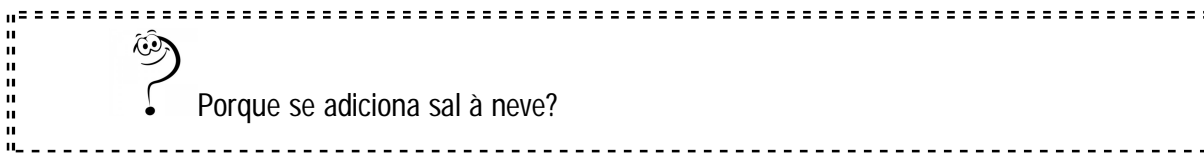


## Actividade de Aprendizagem 4

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

### Fase 1: INTRODUÇÃO

Recorda o texto que leste anteriormente.



Com esta actividade pretendo:



- ✓ Verificar se há diferença entre a solidificação de uma substância pura e de uma mistura de substâncias;
- ✓ Melhorar a minha participação no trabalho de grupo (saber ouvir, discutir ideias, ajudar a tomar decisões...);
- ✓ Reflectir sobre como aprendo e o que posso fazer para aprender melhor.



Mãos à obra:

Esta actividade é constituída por várias tarefas. Algumas são para realizares individualmente e outras para executares em grupo, conforme está a seguir indicado.

Fase	Resolução	Designação	Momento de...
1	Grupo	Introdução	Conhecer o que vamos fazer
2	Individual	As Minhas Ideias	Mostrar o que já sabes
3	Grupo	Vamos Experimentar	Recolher e analisar dados
4	Individual	Vamos Reflectir	Reflectir sobre o que fizeste

Só deverás iniciar cada fase depois de teres terminado a anterior.  
Bom Trabalho!



## Fase 2: **AS MINHAS IDEIAS**

### *Tarefa individual*

1. Na tua opinião, qual é a razão para se adicionar sal à neve?

---

---

2. Discute a tua resposta com os teus colegas e a tua professora. Escreve as respostas diferentes da tua.

---

---

-----

## Fase 3: **VAMOS EXPERIMENTAR**



### *Tarefa em grupo*

Material (o que precisamos)

- ✓ Duas provetas de plástico;
- ✓ Água;
- ✓ Sal;
- ✓ Vareta de vidro;
- ✓ Etiquetas e caneta.

Procedimento (o que vamos fazer)

- a) Identifica uma proveta com a letra A e outra com a letra B.
- b) Na proveta A coloca 50 cm<sup>3</sup> de água e agita.
- c) Na proveta B coloca 50 cm<sup>3</sup> de água, junta-lhe 10 gramas de sal e agita.
- d) Coloca as duas provetas no frigorífico.
- e) Regista a alteração de temperatura e as transformações no aspecto físico da água que observas a cada 20 minutos (tabela1).

Tabela 1

Amostra Tempo	A - água		B - Água + 10g de sal	
	Temperatura	Aspecto físico	Temperatura	Aspecto físico
20 minutos				
40 minutos				
60 minutos				

3. Que diferença encontras entre o aspecto da água na proveta A e na proveta B ao fim de:

- 20 minutos

---

---

- 40 minutos

---

---

- 60 minutos

---

---

4. Discute a tua resposta com os teus colegas e com a tua professora. O que concluem?

---

---

-----

#### Fase 4: **VAMOS REFLECTIR**



##### *Tarefa individual*

Visto que já realizaste a fase *Vamos Experimentar* responde às seguintes questões:

5. Relê as tuas respostas às questões 1 e 2 da fase *As Minhas Ideias*. Responderias agora da mesma forma? Se não, escreve uma nova resposta.

---

---

6. Assinala com uma cruz (X) se o teu grupo sentiu ou não dificuldades na realização da fase *Vamos Experimentar*. Se sentiu dificuldades escreve-as.

☐

Senti dificuldades.

☐  
☐

Muitas: \_\_\_\_\_

Algumas: \_\_\_\_\_

☐

Não senti dificuldades.

7. Assinala com uma cruz (X) o modo como participaste na realização do trabalho de grupo.

Contributo	Alunos			
Estive atento e empenhado no trabalho				
Dei sugestões importantes para o trabalho a realizar				
Ouvi os colegas com atenção				
Respeitei ideias e opiniões dos colegas				
Ajudei a resolver problemas/dificuldades				
Ajudei a completar a tarefa				

8. Agora, copia para o quadro anterior o registo que cada um dos teus colegas fez do modo como participou no trabalho de grupo e responde à pergunta seguinte.

Há diferenças no modo como cada um dos elementos participou no trabalho de grupo? Se sim, quais são?

---



---

9. O que poderiam melhorar no vosso trabalho no grupo?

---



---

10. Surgiram-te novas questões ou curiosidades a partir desta actividade. Quais?

---



---

11. Indica o que aprendeste, isto é, as capacidades que desenvolveste com esta actividade.

---



---

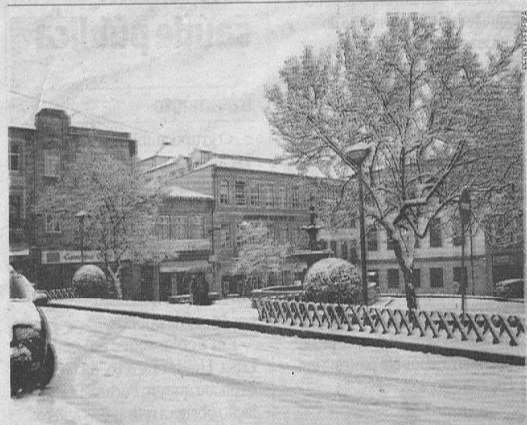
## **ANEXO 5**

### **Notícia de Jornal: Actividade de Aprendizagem 4**





## MANTO ESTENDEU-SE PELO PAÍS



### Vila Real com o maior manto branco

— O nevão que pintou de branco Trás-os-Montes teve em Vila Real a maior expressão. Os moradores não se lembram de tão abundante queda de neve e hoje, se se mantiver o cenário, não deve haver transportes escolares.



### Alentejo contemplado com neve

— Este popular de Vila Boim, Elvas, tenta limpar a neve que caiu junto ao museu rural local. O manto de neve estendeu-se, desta vez, às regiões mais a sul do país, com muitas referências para o Alentejo e até na serra algarvia.

### Braga e Murça

— A neve voltou a paralisar o Alto Tâmega, Trás-os-Montes e o Minho, onde se registou a queda de neve nos pontos mais altos, como no Sameiro (à esquerda) ou na Penha. Isso implicou o corte da circulação em diversas estradas. Em Murça (à direita), a neve não é propriamente uma novidade e nem a badalada porca escapou ao manto branco que se abateu pela região. "Estamos com cinco ou seis graus negativos", lembrava o comandante dos Bombeiros de Montalegre.



### MONTALEGRE Várias estradas interrompidas

A neve voltou, ontem, a paralisar o Alto Tâmega. Ao final da tarde eram já vários os acessos cortados. A proteção civil de Chaves já tinha cortado a estrada que liga a Montalegre. Os Bombeiros de Montalegre preparavam-se para fazer o mesmo. "A situação está a piorar. Os limpa-neve estão no terreno e está a ser espalhado sal, mas o problema é o gelo", disse, ao JN, o comandante.

### BRAGANÇA Autocarros ficaram retidos

A neve que caiu ontem em toda a zona de Bragança levou ao encerramento de algumas estradas, nomeadamente a principal ligação da capital de distrito a Vinhais, a EN315 e a via de acesso a Mirandela pela Serra da Nogueira. Os autocarros com destino ao litoral, previstos para as 16 horas, acabaram por não sair da estação de camionagem devido ao corte do IP4 em Vila Real.



## **ANEXO 6**

### **Questionário Global de Avaliação Final**



## Questionário

### Reflexão sobre as Actividades de Aprendizagem

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nas últimas aulas realizaste quatro actividades de aprendizagem sobre as mudanças de estado físico da água. Cada uma delas partiu de um problema, a seguir indicado:

Actividade 1	Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?
Actividade 2	Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?
Actividade 3	Qual o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?
Actividade 4	Porque se adiciona sal à neve?

Recorda o que fizeste e aprendeste nestas actividades e responde com atenção às seguintes questões.

1. Qual foi a actividade que mais gostaste? Justifica a tua resposta.

---

---

---

---

---

2. Qual foi a actividade que menos gostaste? Justifica a tua resposta.

---

---

---

---

---

3. Indica em que situações sentiste mais dificuldades:

Na previsão do que iria acontecer.	
Nas medições durante a parte experimental da actividade.	
Em efectuar cálculos durante a parte experimental da actividade.	
No relacionamento com os outros elementos do grupo.	
Nas indicações das aprendizagens efectuadas, isto é das capacidades desenvolvidas.	
Na tomada de decisões em grupo.	
Em indicar para cada uma das partes da actividade o objectivo de aprendizagem correspondente.	
Na discussão das minhas ideias com os meus colegas e com a minha professora.	
Em dizer aos meus colegas o que fiz individualmente e em grupo.	
No registo das observações.	
No manuseamento dos objectos.	

4. Gostaste de trabalhar em grupo? Porquê?

---

---

---

---

---

## **ANEXO 7**

**Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino  
nas quatro Actividades de Aprendizagem**

(CD)





## Conteúdo do CD

**Anexo A:** Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino na  
Actividade de Aprendizagem 1 *Qual é o efeito da variação de temperatura no estado físico da água líquida?*

**Anexo B:** Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino na  
Actividade de Aprendizagem 2 *Os materiais podem passar de um estado físico a outro e retomar o inicial?*

**Anexo C:** Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino na  
Actividade de Aprendizagem 3 *Qual é o efeito da mudança de estado físico na massa da água? E no volume da água?*

**Anexo D:** Categorização das respostas dos alunos às questões antes de ensino e pós-ensino na  
Actividade de Aprendizagem 4 *Porque se adiciona sal à neve?*

